Loes Linder

Ling Leyel Cond fin

cle: Stores - plantor

in Ferral

[RFZ]

[RFZ

# TECHNISCHE MITTEILUNGEN DES RFZ

1982

Steinke, G.: Hörrundfunkübertragung, UKW, Qualität, Tonsignalaussteuerung.

Zu Problemen der korrekten Aussteuerung des Tonprogrammsignals beim Rundfunk und Fernsehen

Techn. Mitt. RFZ, Berlin 26 (1982) 1, S. 1-9, 10 Abb., 22 Lit.

Der gegenwärtige Qualitätsstand der Rundfunkübertragung (UKW) wird allgemein als hoch eingeschätzt. Die Qualität wird jedoch ständig durch die Auswirkungen einer Anzahl von Kompromissen beeinflußt, die mit den gegenwärtigen nationalen und internationalen Standards nicht völlig erfaßt werden. Dadurch entstehen bei der Ausstrahlung sowie auch beim Programmaustausch immer wieder Störungen. Über Vorschläge zur Verbesserung sowie Arbeiten des CCIR und der OIRT hierzu wird berichtet.

TECHNISCHE MITTEILUNGEN DES RFZ

Jahrgang 26

März 1982

Heft 1

DEUTSCHE POST RUNDFUNK- UND FERNSEHTECHNISCHES ZENTRALAMT

beim Rundfunk und Fernsehen

von Flächenfundamenten

15 UKW-Ballempfänger HE 7500

Grotelüschen, G.; 19 Abschlußtagungen der Studienkommissionen des Internatio-

10 100 Jahre Stereofonie

1 Zu Problemen der korrekten Aussteuerung des Tonsignals

13 Ermittlung des Ersatzrechteckes beim Grundbruchnachweis

nalen Beratenden Ausschusses für das Funkwesen (CCIR)

Steinke, G.: Hörrundfunk, Stereofonie, histor. Entwicklung.

#### 100 Jahre Stereofonie

Techn. Mitt. RFZ, Berlin 26 (1982) 1, S. 10-13, 3 Abb., 29 Lit.

Der Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Stereofonie würdigt insbesondere die Arbeiten Aders von 1881.

Weiterhin werden wesentliche Etappen der Stereofonie skizziert, wie die Stereo-Magnetbandtechnik, die Stereo-Schallplatte und vor allem die Rundfunk-Stereofonie, die inzwischen durch die Kunstkopf-Stereofonie weiter vervollkommnet wurde.

Abschließend werden die Einführungschancen künftiger Mehrkanalverfahren betrachtet.

Lizenzträger und Herausgeber:

INHALT

Steinke, G.:

Steinke, G .:

Küchler, B.:

Pohl. R .:

u.a.

Deutsche Post, Rundfunk- und Fernsehtechnisches Zentralamt (RFZ), DDR, 1199 Berlin-Adlershof, Agastraße

Presseamt beim Vors

Lizenzgeber:

Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik,

Lizenz-Nr. 1641

Redaktion:

Inspektor Edith Rudat

Redaktionsausschuß:

Oberdirektor Jochen Günther Direktor Reiner Brünings Direktor Horst Ehrlich Oberrat Wolfgang Haier Direktor Günter Mattner Direktor Gerhard Steinke

Gesamtherstellung:

INTERDRUCK Graphischer Großbetrieb Leipzig – III/18/97, AN 26635 (EDV)

Abonnementspreis je Heft:

3,- M

Sonderpreis für die DDR:

2,- M

Küchler, B.: Flächenfundament, Berechnung, Algorithmus.

Ermittlung des Ersatzrechteckes beim Grundbruchnachweis von Flächenfundamenten

Techn. Mitt. RFZ, Berlin 26 (1982) 1, S. 13-14, 2 Abb., 6 Lit.

Der Beitrag zeigt eine rationelle Möglichkeit zur Tragkraftberechnung von Flächenfundamenten mit beliebiger Grundrißfläche auf. Es wird ein Lösungsalgorithmus für die Umwandlung einer außermittig belasteten Kreisfläche in ein Ersatzrechteck mitgeteilt. Damit ist ein zügiger Rechenablauf ohne Unterbrechungen auch bei nichtrechteckigen Flächenfundamenten sichergestellt.

Pohl, R.: Ballempfänger, UKW, Konstruktion, techn. ökonom. Parameter.

# UKW-Ballempfänger HE 7500

Techn. Mitt. RFZ, Berlin 26 (1982) 1, S. 15-18, 3 Abb.

Der UKW-Ballempfänger HE 7500 dient zum Empfang von Mono- oder Stereo-Hörrundfunksendungen im UKW-Bereich. Es wird als Modulationszubringer bzw. zur Bereitstellung einer Modulationsreserve für Hörrundfunksender benötigt und kann auch für Meß- und Überwachungsaufgaben eingesetzt werden.

Das Gerät ist in EGS-Bauweise aufgebaut und besitzt einen Synthesizer-Oszillator. Es wird der konstruktive Aufbau des Gerätes beschrieben und die Schaltungskonzeption erläutert. Die wesentlichen technischen Daten werden angegeben.

ASM

Diese Drucksache erscheint viermal jährlich im Eigenverlag. Der Redaktion bleiben alle Rechte an Veröffentlichungen dieser Zeitschrift, insbesondere die des Nachdruckes, der Vervielfältigung und der Übersetzung, auch auszugsweise, sowie die Verwendung der Bilder, vorbehalten.

# Zu Problemen der korrekten Aussteuerung des Tonprogrammsignals beim Rundfunk und Fernsehen

GERHARD STEINKE, KDT, Deutsche Post, Rundfunk- und Fernsehtechnisches Zentralamt

#### 0. Einleitung/Problemstellung

Der gegenwärtige Qualitätsstand der Übertragung beim Hörrundfunk (betrachtet wird hier nur die UKW-Rundfunkübertragung) ist allgemein als hoch einzuschätzen. Wesentliche Qualitätsverbesserungen werden nur noch für wenige Parameter für notwendig gehalten. Dabei handelt es sich jedoch nicht etwa um "die letzten dB", für die nicht nur beim Hörer, sondern auch im Funkhaus ökonomische Grenzen gesetzt sind. Bei der folgenden Diskussion um Störpegel- und Verzerrungsgrenzen für den Tonkanal handelt es sich vielmehr um erheblich größere Werte, die verbessert werden sollten, um den großen Teil derjenigen Hörer zu befriedigen, die unter UKW-Qualität wirklich "High-Fidelity" erwarten.

Die Problematik liegt dabei nicht bei den im statischen Fall erreichbaren Werten und Toleranzen für die Übertragungseinrichtungen, wie sie u. a. in der OIRT-Empfehlung 62/2 für den Programmaustausch festgelegt sind und außerdem für den Tonkanal bis zum Kontrollempfänger als orientierend angegeben werden [1, 2]. Die Schwierigkeiten entstehen im dynamischen Fall während der Übertragung des Programms durch die meist unkontrollierbaren Auswirkungen einer Anzahl von Kompromissen. Die relativ häufig und in unterschiedlicher Größe auftretenden Fehler und Probleme können wie folgt zusammengefaßt werden:

- Abweichungen von den festgelegten Pegeln und Dynamikverhältnissen innerhalb des gesamten Übertragungskanals, sowohl bei nationalen Programmen als auch im internationalen Programmaustausch, damit Zunahme der hörerwirksamen Pegelschwankungen, linearen und nichtlinearen Verzerrungen sowie von Störgeräuschen;
- Deformation des Tonsignalspektrums, damit Abweichung der Klangqualität nach Übertragung und Empfang gegenüber Produktion und Aufzeichnung.

Ursachen dafür sind u. a.:

- der maximale Betriebspegel für Programmsignale ist nicht eindeutig genug definiert und kontrollierbar;
- kurzzeitige Übersteuerungen im Programmsignal werden von den gegenwärtig bei den Rundfunkorganisationen verwendeten unterschiedlichen Aussteuerungsmessern nicht einheitlich bewertet und somit nicht gleichartig beherrscht;
- Schutzeinrichtungen zur Vermeidung von Übersteuerungen und zur Einhaltung des maximalen Betriebspegels arbeiten nicht nach einheitlichen Forderungen;
- die bisher für die Festlegung von Preemphasisverläufen in Magnetbandgeräten, Übertragungseinrichtungen, Digitalgeräten, UKW-Sendern, Kompandern usw. zugrundeliegende Amplitudenstatistik ist insbesondere durch den Einsatz von Kompressoren bei der Produktion überholt, so daß nachträgliche Klangveränderungen durch automatische Schutzvorrichtungen erzwungen werden müssen;
- für die Qualitätsparameter des Materials für internationalen Programmaustausch fehlt beim CCIR noch eine grundlegende Empfehlung (etwa auf der Basis des Berichts 293-4 [3] bzw. OIRT-Empfehlung 62/2).

Es muß daher konstatiert werden, daß das Programmaterial, insbesondere im internationalen Austausch, in vielen Fällen nachträglich und ausschließlich nach technischen Aspekten verändert wird, damit es in das Verfahrensschema der jeweiligen Organisation eingeordnet werden kann. Dadurch entstehen Qualitätseinbußen, da in die künstlerische und technische Gestaltung des Programmbeitrages eingegriffen wird.

Ziel sollte jedoch sein, das Programmaterial bereits im jeweiligen Funkhaus so zu bearbeiten, daß alle späteren Maßnahmen bei der Übertragung und im Programmaustausch schon im voraus klangästhetisch berücksichtigt werden. Nachträgliche, unerläßliche Schutzmaßnahmen einzelner Übertragungsglieder dürfen dann keine merklichen Auswirkungen auf die Klangqualität mehr besitzen.

Die bisher geltenden nationalen und internationalen Standards können die verschiedenartigen Einflüsse nur teilweise erfassen, so daß sowohl beim Rundfunk- und Fernsehteilnehmer als auch im internationalen

Programmaustausch immer wieder Störungen auftreten. Es wird daher als erforderlich angesehen, die auftretenden Probleme baldigst zu klären und einheitliche schrittweise Maßnahmen zu deren Beherrschung zu vereinbaren, um noch vor der Übergangsphase von der analogen zur digitalen Technik eindeutige Verhältnisse zu schaffen, auf deren Grundlage dann später die Vorteile der Digitaltechnik voll ausgeschöpft werden können.

Innerhalb des CCIR befaßt sich inzwischen eine internationale Arbeitsgruppe (CCIR-IWP 10/6) [4] mit dieser Problematik, die zur Schlußkonferenz (September/Oktober 1981) Gegenstand eines Beitrages der DDR [5] gewesen war.

Im folgenden wird in komplexer Betrachtungsweise der Tonübertragungskanal untersucht, um auf wesentliche Diskrepanzen oder auch unterschiedliche Verfahrensweisen bei den Rundfunkorganisationen aufmerksam zu machen.

Nach Diskussion der Überlegungen mit den Mitarbeitern der Studiobetriebe können geeignete Schritte im nationalen bzw. internationalen Rahmen vereinbart werden.

#### 1. Aufgaben der Rundfunkübertragung

Die prinzipiellen technischen Aufgaben der Rundfunkübertragung können wie folgt zusammengefaßt werden:

- 1. Umformung der Parameter von akustischen (natürlichen) Schallereignissen in ein elektrisches Tonsignal (Tonprogrammsignal) mit derartigen elektrischen Grenzwerten, wie sie entsprechend den Bedingungen auf der Wiedergabeseite, d. h. beim Hörer, aus subjektiven Gründen zur Erzeugung adäquater Hörereignisse als notwendig und ökonomisch vertretbar angesehen werden können.
- 2. Technisch-ästhetische Gestaltung des Tonprogrammsignals im Verlaufe der Umformung [gemäß (1.)] mittels geeigneter Bearbeitungstechnologien (Richtungsverteilung, Raumdarstellung, Mischung, Filterung usw.) derart, daß beim Hörer eine optimale Vorstellung vom jeweiligen Schallereignis vermittelt wird, einschließlich seiner Zuordnung im Raum (Ursprungsraum) sowie seiner akustischen Umgebung, und somit ein bestmögliches Hörerlebnis zur vollen Befriedigung der ästhetischen Erwartungen des Hörers erzeugt wird [6, 7].
- Übertragung bzw. Programmaustausch des Tonprogrammsignals derart, daß ohne ästhetisch nachteilige Beeinflussung das Signal seine elektrischen Werte nur im Rahmen festgelegter Parameter und Toleranzen verändert [2].
- Es sollte daher seinen bei der Produktion [gemäß (1.)] festgelegten Frequenz- und Dynamikbereich beibehalten, und eine ausreichende Reserve bis zum Störpegel besitzen (gekennzeichnet durch den auf den Maximal-(Nenn-)Betriebspegel bezogenen Geräuschpegelabstand). Ferner ist für den (entsprechend definierten) Maximalpegel ein festgelegter Grenzwert für nichtlineare Verzerrungen einzuhalten. Aus technisch-ökonomischen Gründen ist die Kanalkapazität des jeweiligen Übertragungssystems optimal zu nutzen.
- 4. Einhaltung einer ästhetisch befriedigenden Lautheitsbalance zwischen Musik und Sprache bzw. verschiedenen musikalischen Genres innerhalb eines geschlossenen Programmabschnitts, unter Berücksichtigung der spezifischen Bedürfnisse des Hörers bzw. Gewährleistung eines gleichmäßigen mittleren Lautheitspegels, unabhängig vom Programmcharakter

Die folgenden Betrachtungen beschränken sich vorwiegend auf die objektiven Aspekte der Übertragung, d. h. auf die in (1.) und (3.) genannten Aufgaben.

Die Frage einer optimalen Lautheitsbalance ist kein allein im Funkhaus zu beherrschendes Aussteuerungsproblem; sie ist ohne Bezug auf die jeweilige Situation des einzelnen Hörers nicht lösbar. Die dazu erreichten Erkenntnisse (u. a. in [8]) und inzwischen auch international einheitlichen Auffassungen lassen Verbesserungen nur bei Einführung der automatisierten Programmabwicklung beim Rundfunk sowie bei

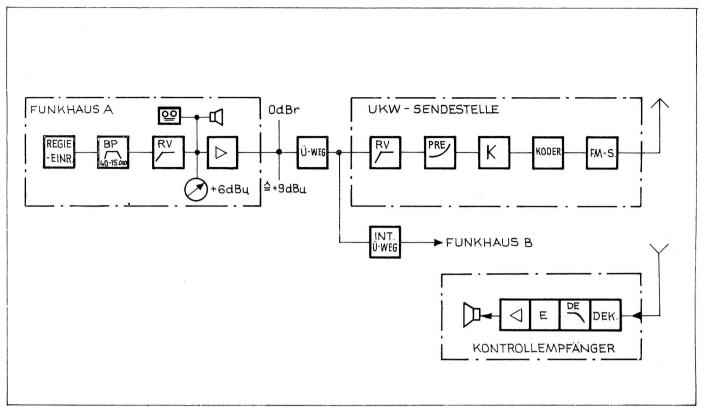


Abb. 1 Ton-Übertragungskanal, prinzipielle Darstellung

gleichzeitiger Einbeziehung des Hörerempfangsgerätes mittels Übertragung von entsprechenden Programmkennsignalen und Einsatz von Regelverstärkern erwarten. Die Anwendung der sogenannten lautheitsgerechten Aussteuerung setzt jedoch auch voraus, daß die im folgenden dargelegten Grundfragen befriedigend geklärt sind.

Darüber hinaus müssen natürlich alle Maßnahmen zur lautheitsgerechten Aussteuerung sich innerhalb der festgelegten Grenzen, d. h. zwischen Maximal-Betriebspegel und unterer Dynamikgrenze bewegen. Sie können daher als programmgestaltende Maßnahmen hier unberücksichtigt bleiben.

# 2. Möglichkeiten der Beeinflussung des Tonprogrammsignals auf dem Weg der Übertragung zum Hörer

Betrachten wir zunächst den Weg des Tonprogrammsignals vom Studio zum Hörer (Abb. 1):

In der bekannten Übertragungskette gibt es eine Reihe kritischer Punkte:

- die Aussteuerungskontrolle des gestalteten und gemischten (Live-) Programmsignals im Regieraum bei der Programmabwicklung;
- die Einhaltung von definiertem Pegel und Spektrum des Tonsignals mit hohem Störabstand bei der Aufzeichnung sowie bei der Abgabe des Signals am Verbindungspunkt Funkhaus – Übertragungsweg;
- den Übertragungsweg (Leitung, Richtfunkstrecke), mit ggf. spezieller Preemphasis/Deemphasis und Kompandereinrichtungen;
- die Einhaltung von definiertem Pegel und Spektrum des zugeführten Signals mit hohem Störabstand am Eingang des FM-Senders;
- die definierte Preemphasis (50 μs) bei FM-Sendern;
- der evtl. Einsatz von Kompandern bei der FM-Übertragung.

Es wird dabei davon ausgegangen, daß alle Mittel, die zur Gestaltung des Tonprogrammsignals im Funkhaus, also bei der Produktion und Aufzeichnung der Programme, eingesetzt werden, bei den vorliegenden Betrachtungen zunächst außer acht gelassen werden können, weil durch die optische und akustische Überwachung bei der Produktion der Einfluß dieser Gestaltungsmittel genau beobachtet werden kann.

Es ist allerdings zu berücksichtigen, daß beim Einsatz von Regelverstärkern (Kompressoren, Begrenzer, Kompander) im Produktionsbereich die danach im Übertragungsweg folgenden ähnlichen Geräte zusätzliche (meist negative) Einflüsse ausüben, wenn das dynamische

Verhalten (Ein- und Ausregelzeiten) aller dieser Geräte nicht aufeinander abgestimmt ist. Entsprechende Hinweise lassen sich aber nach Diskussion der folgenden Darstellungen ableiten.

#### 3. Festlegungen zur Einhaltung des Pegels

Die Rundfunkorganisationen müssen durch geeignete Tonsignalaufbereitung, entsprechende Aussteuerungsrichtlinien, und einheitliche Aussteuerungskontrolle gewährleisten, daß die zur Aufzeichnung verwendeten bzw. an die Übertragungsleitungen abgegebenen Programmsignale einen bestimmten Pegel nicht überschreiten.

Innerhalb der CCITT- und CCIR-Gremien wurde in den letzten Jahren versucht, bezüglich der Pegel und der entsprechenden Begriffe eine gewisse Eindeutigkeit zu erreichen (CCITT-Empfehlungen N. 15, N. 21, J. 13, J. 17, J. 31, CCIR- und CMTT-Berichte u. a.).

Eine weitere Bearbeitung erscheint jedoch zur eindeutigeren Gegenüberstellung des Pegels der Meß- und Einregelungssignale (Sinussignale) und der Pegel der Programmsignale notwendig, da die Angaben und Definitionen sich vielfach widersprechen, und daraus Mißverständnisse entstanden sind, die sich im Programmverkehr störend auswirken.

Es ist daher zunächst erforderlich, sich über die im folgenden zugrunde gelegten Pegeldefinitionen zu verständigen. Dabei gilt der Vorbehalt, daß nach Abstimmung in der o. a. Arbeitsgruppe IWP 10/6 sich andere gültige Fassungen ergeben können.

Betrachten wir dazu Abb. 2, das im weiteren als "Aussteuerungsprofil" bezeichnet wird, wie es in dieser prinzipiellen Form für die verschiedenen Pegel an beliebigen Punkten des Übertragungskanals gelten könnte. Hier ist es auf den in Funkhäusern üblichen maximalen Betriebspegel +6 dBu (linke Seite des Bildes) sowie den am Übergabepunkt, d. h. am Ausgang Funkhaus und Verbindungspunkt zum (internationalen) Übertragungsweg geltenden Pegel (rechte Seite) bezogen. Dieser Punkt wird von den Nachrichtenverwaltungen, die für den Übertragungsweg verantwortlich sind, allgemein als "Punkt des relativen Pegels 0" bezeichnet (CCITT-Empfehlung J. 13, siehe auch [9]). Mit dieser Festlegung ist eine problemlose Umrechnung und Bezug aller Pegelangaben im Übertragungskanal möglich (s. auch in Abb. 1). Bei Festlegungen für den internationalen Austausch von Tonprogrammen wird darauf orientiert, Bedingungen für einen

Maximal-Tonprogrammsignalpegel (TSP)

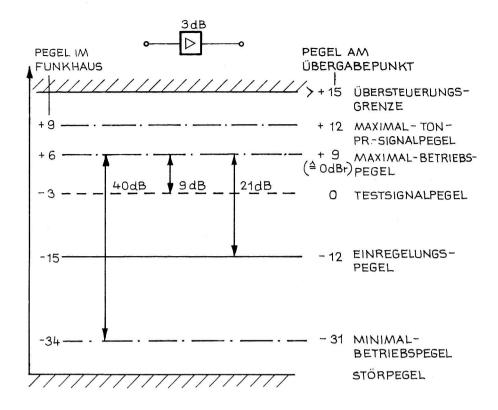


Abb. 2 Aussteuerungsprofil für internationale Tonprogrammsignale (Pegel L in dBu)

festzulegen und einzuhalten. Dieser Maximal-TSP sollte nur in sehr seltenen Fällen überschritten werden. Man gibt dafür die Wahrscheinlichkeit der Überschreitung an, z. B.  $10^{-5}$  (CCITT – Empfehlung J. 31, s. auch CCIR-Report 820, § 5.2).

Dieser Maximal-TSP kann jedoch aufgrund der gegenwärtig üblichen Betriebspraxis im allgemeinen nicht ständig überwacht und somit auch nicht gewährleistet werden. Eine Möglichkeit wäre die Kontrolle mittels trägheitsloser Anzeige, z. B. Oszilloskop. Aus verschiedenen Gründen hat sich dies nicht eingeführt. Die Pegelangabe wird daher nur selten verwendet.

Der Maximal-TSP kann z. Z. nur indirekt im Vergleich zu einer sinusförmigen Bezugsspannung definiert werden. Gemäß J. 31/CCITT sollte der Maximal-TSP  $+12\,dB$  über einem sinusförmigen Testsignalpegel liegen. Dieser Testpegel beträgt 0 dBu am Punkt des relativen Pegels 0, also 0 dBu0 am Übergangspunkt zwischen Funkhaus und Übertragungsleitung, d. h. am Funkhausausgang.

In unterschiedlicher Zuordnung zu diesem klar definierten Testpegel 0 dBu0 ist es bei den einzelnen Organisationen üblich, einen internen Maximal-Betriebspegel anzugeben, für den man eine Wahrscheinlichkeit der Überschreitung von  $10^{-4}$  annimmt. Bezogen auf den Testpegel 0 dBu0 beträgt dieser Maximal-Betriebspegel +9 dBu0 (im Funkhaus-Betrieb dagegen meist +6 dBu). Der Maximal-Betriebspegel wird mittels Quasi-Spitzenwertmesser kontrolliert und im Rahmen der Ablesegenauigkeit ( $\pm 2\,dB$ ) eingehalten.

Die Ursache dieser Betriebspraxis liegt bei dem z. Z. verwendeten Aussteuerungsmeßverfahren und der Integrationszeit von 10 ms bei der Pegelanzeige, wodurch sich eine bewußte Differenz zum Maximal-TSP erreichen läßt. Man glaubte damit, das Risiko einer etwaigen Überschreitung des Maximal-TSP so klein wie möglich zu halten.

Weitere zugrunde gelegte Definitionen für Programmsignale sind:

# Maximal-Betriebspegel (BP):

Pegel des Programmsignals im Rundfunk, der im Laufe einer Übertragung nur mit einer Wahrscheinlichkeit von  $10^{-4}$  überschritten werden darf. Der Augenblickswert des Programmsignals soll die durch eine sinusförmige Vergleichsspannung gegebene Grenze, deren Effektivwert dem maximalen Betriebspegel entspricht (z. B. +9 dBu0=2,2 V), einhalten.

Der Maximal-Betriebspegel stellt den Bezugswert 0 dBr für Testpegel (-9 dBr), Einregelungspegel (-21 dBr) und Störspannungsabstand dar. Auf ihn erfolgt auch z. Z. Bezug des Aussteuerungsmeßverfahrens (geeicht in Sinustonmessung, Effektivwert).

Der Maximal-Betriebspegel wird häufig auch als Nenn-Betriebspegel bezeichnet. Im Funkhaus, z. B. in der DDR, beträgt dieser Pegel  $+6~\mathrm{dBu}$ ; am Übergangspunkt kann er  $+6~\mathrm{dBu0}$  oder (international empfohlen)  $+9~\mathrm{dBu0}$  betragen.

#### Minimal-Betriebspegel:

Der Minimal-Betriebspegel stellt die untere Grenze des zu übertragenen Dynamikbereiches dar; er soll allgemein 40 dB unter dem Maximal-Betriebspegel liegen.

Neue Vereinbarungen über zweckmäßige Kontroll- und Meßmethoden sowie den Pegelwert selbst werden für erforderlich gehalten.

### Übersteuerungsreserve:

Bereich zwischen dem *Grenzpegel*, d. h. der Systemgrenze von Übertragungseinrichtungen, und dem maximalen Betriebspegel. Dieser Bereich ist als Sicherheit für Pegelungsfehler bzw. Pegelschwankungen (etwa 2 ... 3 dB) sowie für die durch die gegenwärtige Aussteuerungsmethode (s. Abschnitt 5) bedingte Vernachlässigung der Kurzzeitimpulse (weitere etwa 3 dB) erforderlich. Der Bereich ist nicht für Gestaltungsmöglichkeiten nutzbar. Seine Größe ist von der Tonsignalaufbereitung, den Aussteuerungsgewohnheiten und den Kontrollmöglichkeiten im Studio abhängig.

Für den Grenzpegel (auch: Übersteuerungspunkt) muß ein definierter Wert der nichtlinearen Verzerrungen festgelegt werden.

# Störpegel:

Als Störpegel, bewertet, wird ein Breitband-Störsignal angenommen und es wird dabei berücksichtigt, daß verständliche Störsignale wie Sinustöne, verständliches Übersprechen u. ä. noch etwa 10 ... 15 dB unter diesem Breitband-Störsignal liegen sollten.

Der bewertete Störpegel des Breitband-Störsignals sollte am Ende der Übertragungskette bzw. beim Hörer noch mindestens 10 dB unter dem Minimal-Betriebspegel liegen.

Für die Messung des Störpegels gilt seit kurzem die CCIR-Empfehlung 468-2 (F), Oktober 1981 (bewertete Quasispitzenwertmessung).

Für Meß- und Einregelungssignale sind folgende Definitionen anwendbar und z. Z. nebeneinander gültig:

# Testpegel:

Pegel eines sinusförmigen Testsignals ( $f=1000~{\rm Hz}$ ) zur Überprüfung der Tonprogrammverbindung, der 9 dB unter dem Maximal-Betriebspegel des Rundfunk-Programmsignals liegt ( $\stackrel{\triangle}{=} 0~{\rm dBu0/0~dBm0}$ ).

Einregelungspegel:

Pegel eines sinusförmigen Meßsignals zur Einregelung der Tonprogrammverbindung (entsprechend Pegeldiagramm), der 21 dB unter dem Maximal-Betriebspegel des Rundfunk-Programmsignals liegt ( $\triangleq -12$  dBu0).

Dieser Pegel wird auch für die Messung von Qualitätsparametern benutzt.

#### 4. Die Aussteuerungskontrolle

Entsprechend der Abgrenzung dieses Beitrages werden aus der komplexen Aufgabe "Aussteuerung" nur die mehr objektiven Aspekte der Pegelkontrolle betrachtet.

Im Funkhausbetrieb ist die Aufgabe "Aussteuerung" eines Programms auf zwei Teilbereiche aufgeteilt:

- Bereich der Programmproduktion (-vorproduktion)
- Bereich der Programmabwicklung

Bei der Programmproduktion, Aufzeichnung oder Live-Übertragung, bereitet die Einhaltung der vorgeschriebenen Minimal- und Maximalpegel besondere Mühe, da die Pegelschwankungen trotz Manuskript, Partitur, Proben usw. nicht exakt voraussehbar sind und erst nach Wiederholungen bzw. Ablauf eines bestimmten Zeitintervalls zu einer statistischen Erfahrung und Beherrschung der "Aussteuerung" führen, die eine höhere Sicherheit bei der Einhaltung des vorgeschriebenen Maximalpegels vermitteln. Die benutzten Anlagen und ihr "Aussteuerungsprofil" weisen daher ausreichende Reserven auf, ohne daß nichtlineare Verzerrungen bzw. der Störpegel störend in Erscheinung treten. Mitunter wird daher in diesem Produktionsbereich nicht so sorgfältig wie notwendig ausgesteuert, so daß der maximale Betriebspegel auf Aufzeichnungen sowie bei Übertragungen schwankt. Durch die damit verbundene Addition zu vorhandenen Fehlern und Toleranzen des Aussteuerungskontrollverfahrens können sich die hörerwirksamen Störungen erhöhen.

Neben der Kontrolle des Maximal-Betriebspegels ist auch eine Kontrolle des Dynamikbereiches, d. h. des Minimal-Betriebspegels (siehe Abb. 2), notwendig. Für dessen Größe ist bereits seit etwa 1935 ein Wert von 40 dB vorgeschrieben (CCITT, J. 15). Mit den Aussteuerungskontrolleinrichtungen jetziger Konzeption mit relativ langer Ausregelzeit (etwa 2 s) ist eine Beurteilung der Dynamik jedoch nur annähernd möglich. Viele Musikstücke enden mit subjektiv merklichem Nachhall, oder sie werden absichtlich ausgeblendet. Hier gehen also Programmsignal und Störgeräusch ineinander über. Es ist notwendig, exakte Vereinbarungen über ein zweckmäßiges Kontrollverfahren zu treffen, wenn man vom Funkhaus, d. h. vom Tonregisseur, die Einhaltung eines definitiven Dynamikwertes fordert.

Orientierende Versuche haben ergeben, daß in den meisten Fällen für raumbezogene Wiedergabe, d. h. mit Lautsprechern, eine Dynamik von 30 ... 35 dB auch vollauf befriedigen und genügen würde. Die erreichbare Schalldämmung von Wohnräumen begrenzt die mögliche Wiedergabelautstärke mit Lautsprechern bei der Mehrheit der Hörer; außerdem muß man akzeptieren, daß hohe Lautstärken, wie bei natürlichen Schallereignissen, bei Lautsprecherwiedergabe nur kurzzeitig gewünscht bzw. ertragen werden. Die Notwendigkeit der Verringerung der Dynamik wird daher im allgemeinen nicht bestritten; sie ist somit ein unabhängig von der Art der Übertragungstechnik (analog, digital) bedingter Kompromiß und eine wesentliche technisch-künstlerische Aufgabe bei der Produktion im Rundfunk und Fernsehen, analog bei der Schallplatte. Spätere unkontrollierbare und damit unkünstlerische Einflüsse bei der Übertragung und im Programmaustausch sind zu vermeiden. Die Verwendung von Expandern, die automatisch und unkorreliert zur Dynamikeinengung durch den Tonregisseur Signal unter günstigen Abhörbedingungen wieder mit höherer Dynamik versehen, erscheint nicht als befriedigende Lösung. Vielleicht kann dies mit der o. a. Übertragung von Kennsignalen bei der automatisierten Programmabwicklung - wie schon früher von mehreren Autoren, u. a. P. Burkowitz, vorgeschlagen - besser beherrscht werden. Bei Übertragungen in Kunstkopf-Stereofonie mit Kopfhörerwiedergabe ist dagegen eine höhere Dynamik wünschenswert.

Der verbleibende Wert von der unteren Dynamikgrenze bis zum zugelassenen Störpegel bedarf ebenfalls noch einer Festlegung im CCIR (die OIRT-Empfehlung 62/2 gibt hierzu bereits Orientierungen).

Im Bereich der Programmabwicklung treten analoge Probleme nur in den Fällen zu gestaltender Live-Sendungen auf; der größere Anteil der Programmzeit ist der Aufgabe der exakten Einhaltung des Maximal-Betriebspegels von aufgezeichneten Programmteilen gewidmet; eine weitere gestaltende Beeinflussung ist sogar unerwünscht. Es verbleiben die Programmteile, für die durch Beachtung bestimmter Aussteuerungsregeln die Diskrepanzen der Lautheit von Wort- und Musikbeiträgen gemildert werden sollen [8].

Regelverstärker zum Schutz der nachfolgenden, teilweise gegen Übersteuerungen sehr empfindlichen Übertragungseinrichtungen, sollen den Maximal-Betriebspegel auch gegenüber unerwarteten Pegelspitzen stabil halten. Für diese Geräte existieren aber bisher keine allgemein verbindlichen Festlegungen aufgrund noch nicht ausreichend gesicherter Erkenntnisse; meistens verhindern sie nicht Schwankungen des maximalen Tonprogrammsignalpegels.

Neben den angedeuteten Fehlermöglichkeiten aus subjektiven Gründen zeigen sich aber die objektiven Einflüsse des z. Z. üblichen Aussteuerungskontrollverfahrens als zunehmend störend.

Gemäß CCIR-Bericht 292-4 [10], in dem die meist üblichen Aussteuerungsgeräte aufgeführt sind, ist der "Volumenmesser" (VU – Meter) nur noch in wenigen Ländern in Gebrauch. Die Erkenntnis hat sich weitgehend durchgesetzt, daß er für eine lautstärkegerechte Aussteuerungskontrolle genau so wenig wie eine Spitzenwertmethode geeignet ist. Da seine Trägheit (Integrationszeit etwa 300 ms) aber auch eine Überwachung von Pegelspitzen überhaupt nicht erlaubt, ist ein VU-Meter zur Kontrolle etwaiger Übersteuerung von Übertragungseinrichtungen vollkommen ungeeignet.

Die sich mehr und mehr durchsetzenden Quasi-Spitzenwertmesser haben meist eine Integrationszeit von 5 ... 10 ms (bezogen auf  $80\% = -2\,\mathrm{dB}$  des Vollausschlages, nach CCITT). Die in moderner Musik und bei Kompression immer häufiger auftretenden Kurzzeitimpulse unter 5 bzw. 10 ms werden daher nicht bzw. nur unzureichend angezeigt.

Abb. 3 zeigt das Integrationsverhalten des Aussteuerungsmessers nach OIRT-Empfehlung Nr. 59. Die Definition der Integrationszeit von 10 ms bezieht sich hierbei auf 90% Vollausschlag (+0/-1 dB). Die Empfehlung definiert weiterhin einen Kurvenverlauf durch Angabe der Anzeigetoleranzen für 3 und 5 ms, wie in Abb. 3 ersichtlich.

Impulse im Bereich von 1...3 ms, wie sie heutzutage in bestimmter Häufigkeit auftreten (siehe u. a. in [11]), werden nur stark unterbewertet angezeigt.

Wie festgestellt werden konnte, sind in vielen Fällen auch die benutzten Aussteuerungsmeßverstärker für Kurzzeitimpulse hoher Intensität (d. h. ≧ Maximal-Betriebspegel) nicht ausreichend ausgelegt, da dies bisher nicht gefordert wurde. Die Folge sind Fehlanzeigen und schädliche Übersteuerungen der nachfolgenden Einrichtungen.

Die Festlegung der heute meist üblichen Integrationszeit von 10 ms beruht auf UER/CIT-Empfehlungen von 1935 [12]. Die Zeit von 10 ms erschien seinerzeit als zweckmäßiger Kompromiß zwischen zulässiger Übersteuerung durch (damals!) nicht hörbare Kurzzeitimpulse und dem Mittelwert der Aussteuerung, der den durchschnittlichen subjektiven Störabstand und damit auch die Reichweite der Sender-Aussteuerung bestimmt. 1935 war die Auffassung über die vernachlässigbare Störwirkung bei Übersteuerungen von Impulsen unter 10 ms in Form von nichtlinearen Verzerrungen, Knacken usw. aufgrund der unzureichenden

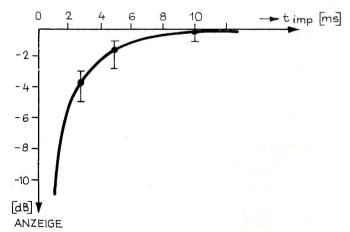


Abb. 3 Integrationsverhalten des Aussteuerungsmessers nach OIRT-Empfehlung Nr. 59

Abhörbedingungen noch berechtigt, zumal subjektive Untersuchungen über die Hörbarkeit von Tonimpulsen und deren Verzerrungen zugrunde lagen [u. a. *Türck*, 1940; *Bidlingmaier*, 1950].

Mit der Integrationszeit von 10 ms wird ein Fehler von etwa 3 dB gegenüber Impulsen zwischen 1 ms und 5 ms zugelassen; einschließlich der möglichen Gerätefehler bzw. zugelassenen Toleranzen und der Ablesefehler liegt der tatsächliche Spitzenpegel – gemäß Definition der "Maximal-Tonprogrammsignalpegel" – häufig 3...5 dB über dem Maximal-Betriebspegel.

Untersuchungen des RFZ von 1960 [13] zeigten, daß die Erkennbarkeit verzerrter Tonimpulse von 5 ms Dauer größer ist als seinerzeit angenommen wurde. Da aber 1960 nach amplitudenstatistischen Messungen Impulse unter 10 ms nicht sehr häufig auftraten, gab es bei der Entwicklung der Aussteuerungsgeräte noch keine Veranlassung, die Integrationszeit zu verringern. Inzwischen ist durch die Entwicklung der Musik und der modernen Aufnahmetechnik das Auftreten von Kurzzeitimpulsen nachweisbar häufiger geworden; ihre Erkennbarkeit wurde auch durch verbesserte Abhöreinrichtungen deutlicher, d. h. störender. Neuere subjektive Untersuchungen sind z. Z. nicht bekannt; sie müßten aber auch auf vielfältige dynamische Einflüsse der verschiedenen Glieder im Übertragungsweg (einschl. digitaler Geräte, Empfänger usw.) ausgedehnt werden.

Nach Auffassung des Verfassers ergibt sich eine Notwendigkeit zur Verkürzung der Integrationszeit bereits aus der komplexen Betrachtung der im Beitrag dargestellten Gesamtproblematik. Ein geeigneter Wert könnte zwischen 1 und 5 ms liegen; darüber hinaus sind aber weiterhin ein definierter Kurvenverlauf, eine einheitliche Definition für die Integrationszeit (z. B. bezogen auf 90 % Vollausschlag), übersteuerungsfeste

Meßverstärker usw. zu vereinbaren.

# 5. Das Spektrum des Tonprogrammsignals

Bei der Umformung des akustischen Schallsignals mit großem Pegelund Frequenzumfang und meist auch gutem Störabstand, in ein Programmsignal, das den Bedingungen auf der Wiedergabeseite, beim Hörer bzw. im internationalen Programmaustausch, angepaßt ist, wurden bisher nur Maximal- und Minimalpegel mit den problematischen Kompromissen betrachtet; vereinfacht dargestellt in Abb. 4a und b. Der Frequenzbereich und seine notwendige Einengung wurden bisher

als weniger kritisch angesehen.

Für die überwiegende Mehrheit der Hörer ist die in den internationalen Standards empfohlene Einschränkung auf elektroakustischer Seite von 40 ... 15000 Hz allgemein als sinnvoll und zweckmäßig anzusehen [1, 2]. Auch neuere Untersuchungen, mit Hilfe verbesserter Abhöreinrichtungen und Digitaltechnik [14], zeigen, daß der Prozentsatz der Hörer, die überhaupt eine Vergrößerung des Frequenzbereiches wahrnehmen würden, zu klein ist, um den ökonomischen Aufwand einer Änderung zu rechtfertigen. Um jegliche Fehler im technisch-künstlerischen Aufnahmeprozeß und der folgenden Übertragung zu vermeiden, ist daher ein entsprechendes Begrenzungsfilter am Ausgang der Regieeinrichtungen (noch vor der Abhöreinrichtung) zweckmäßig (s. in Abb. 1).

An die spektrale Verteilung innerhalb des Programmsignals wurden dagegen bisher noch keine definitiven Bedingungen gestellt. Dies ist um so verwunderlicher, als in allen Teilprozessen sowie bei Testsignalen ein bestimmter amplitudenstatistischer Verlauf angenommen und vorausgesetzt wird, wie er seit Jahren längst überholt ist. Die Folgen sind aber erheblich und auch seit langem bekannt.

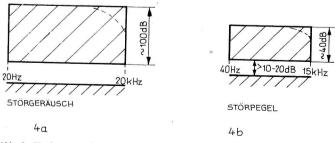


Abb. 4 Umformung eines

akustischen Schallereignisses (a) in ein
elektrisches Tonsignal (Programmsignal) (b)

"Technische Mitteilungen des RFZ"  $\cdot$  26. Jahrgang  $\cdot$  Heft 1/1982

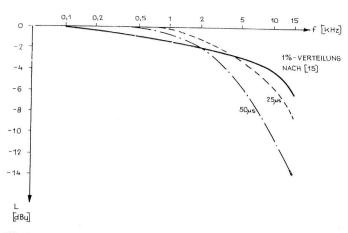


Abb. 5 Amplitudenstatistik-Kurven:
 -1 % Verteilung (RFZ, 1970, E. Steffen [15]) sowie inverse 25-μs- und 50-μs-Verläufe

# 5.1. Berücksichtigung der Amplitudenstatistik

Historische Untersuchungen zur Amplitudenstatistik (etwa 1930) von Wort- und Musikprogrammen führten zu Festlegungen in der Übertragungstechnik, die bisher unverändert blieben. Die Energieverteilung der Programme entsprach in den früheren Jahren einem größeren Abfall bei den höheren Frequenzen (etwa 15 dB bei 10 ... 15 kHz), woraus dann für viele Übertragungsglieder eine zulässige Preemphasis von 50 µs abgeleitet wurde.

Für das Auftreten nichtlinearer Verzerrungen sind aber nicht Effektivwerte, sondern Spitzenwerte maßgebend.

Veröffentlichungen über neuere amplitudenstatistische Untersuchungen (u. a. in [14]) zeigen, daß insbesondere bei moderner Musik und durch den Einsatz von Kompressoren der Anteil der Amplituden im oberen Frequenzbereich ständig größer geworden ist, wie schon beim Auftreten von Kurzzeitimpulsen erwähnt.

In Abb. 5 ist u. a. der Frequenzgang des maximalen 1%-Pegels aus zahlreichen Musik- und Sprachaufnahmen aus dem Funkhaus Berlin (1970) angegeben. Der Abfall bei hohen Frequenzen verläuft hier wesentlich flacher als bei einer inversen 50-µs-Grenzkurve, wie früher angenommen wurde (zum Vergleich ist auch eine inverse 25-µs-Kurve eingetragen).

Im Extremfall (bei elektronischer Musik und impulshaften Klängen) kann bei hohen Frequenzen nahezu der gleiche Pegel wie beim Bezugswert 1 kHz auftreten.

Bei der Speicherung und Übertragung derartiger Programmsignale muß auf Übertragungsglieder mit Preemphasis Rücksicht genommen werden, sonst treten starke nichtlineare Verzerrungen auf (Magnetbandgerät, Richtfunk- bzw. Trägerfrequenzverbindung, UKW-Sender bzw. -Empfänger).

Verwendet man Regelverstärker am Ausgang des Funkhauses (s. Abb. 1), so können zwar weitere nichtlineare Verzerrungen weitgehend vermieden werden, es wird jedoch häufig eine unkontrollierte Verformung des Programmsignals mit Pegelabsenkungen usw. verursacht (s. 5.3.).

# 5.2. Konsequenzen für Aufzeichnungs- und Bearbeitungsgeräte

Noch vor einigen Jahren verstand man in der Magnettontechnik als "Aussteuerungsgrenze" vorwiegend die Höhenanhebung im Aufsprechverstärker von etwa 25 µs (etwa 8 dB bei 15 kHz), die bei der Einmessung durch entsprechende Zurücknahme des Testpegels berücksichtigt werden mußte. Aufgrund verbesserter Mangetbänder und Magnetköpfe beträgt dieser Wert heutzutage bei 38,1 cm/s Bandgeschwindigkeit nur noch etwa 3 dB. Dennoch gibt es in der analogen Magnetbandtechnik eine Aussteuerungsgrenze, die durch korrekte "Aussteuerung", d. h. Einhaltung des Maximalpegels und spektrale Begrenzung des Programmsignals respektiert werden müßte. In der Literatur findet man hierzu kaum neuere Angaben. Orientierende Messungen im RFZ, u. a. am Magnetband PER 525, sind in Abb. 6a und b dargestellt.

Man erkennt, daß beim Maximal-Betriebspegel (+  $\circ$  dBu) bereits ab 5 kHz ein merklicher Abfall einsetzt; gleichzeitig nehmen die nichtlinearen Verzerrungen (auf  $k_3 =$  etwa 3%) zu.

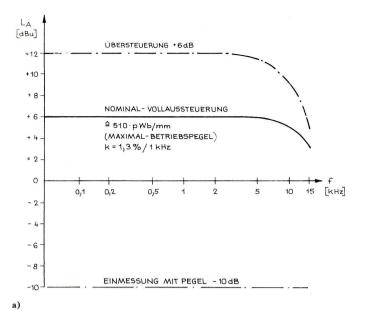


Abb. 6 Aussteuerungscharakteristik für Magnetband (PER 525; 38,1 cm/s; Ferritköpfe) b)  $L_A = f(L_E); f = 1; 6,3; 10; 14 \text{ kHz}$  a)  $L_A = f(f); L_E = -10; +6; +12 \text{ dBu}$ 

Nach den vorangegangenen Darlegungen gilt aber für den (bestimmenden) Maximal-Tonprogrammsignalpegel der Bereich der Kurzzeitimpulse, die im Übersteuerungsbereich bis zur +12 dBu-Aussteuerungskennlinie auftreten. Hier liegt u. a. die Ursache für den erheblichen subjektiven Unterschied beim Vergleich der Digital- zur Analog-Magnetbandtechnik aufgrund der Band-Kopfeigenschaften usw. Die Schlußfolgerung sollte auch hier korrektere Aussteuerung und gleichzeitig Berücksichtigung dieser Aussteuerungsgrenze sein (s. in Abschnitt 5.3.), um die Verzerrungen (Differenztöne u. a.) zu verringern.

Der Nachteil der Verringerung des Störabstandes muß durch Einsatz von linearen Kompanderverfahren, aber auch einer sinnvolleren und reduzierten Anwendung der zahlreichen Bearbeitungsgeräte, die den Störabstand verschlechtern, kompensiert werden.

Moderne digitale Bearbeitungsgeräte verwenden – zur Verbesserung des Störabstandes – meist auch eine Preemphasis von 50  $\mu$ s (z. B. Verzögerungsgeräte, Verhallungsgeräte), die durch entsprechend ausgebildete Regelverstärker (Limiter) berücksichtigt werden muß. Die korrekte Aussteuerung allein reicht hier also nicht.

Die obigen Aussteuerungsgrenzen für das Magnetband lassen übrigens auch die Schlußfolgerung zu, daß die Reduzierung der Bandgeschwindigkeit auf 19 cm/s nur unter speziellen Bedingungen möglich ist, da damit die Aussteuerungsgrenze um weitere etwa 10 dB bei 15 kHz gesenkt wird.

Die Anwendung von Kontrollteilen mit Aufzeichnungen des Maximal-Betriebspegels ist bei den geschilderten Grenzen des Aussteuerungsverfahrens für den internationalen Programmaustausch unbedingt weiter zu empfehlen (s. CCIR-Bericht 622-1).

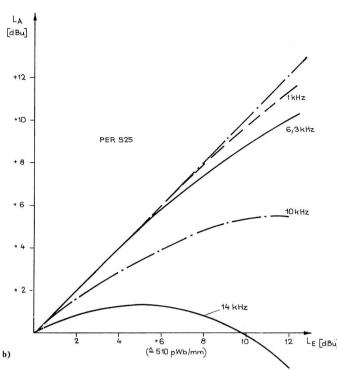
Dies ist umso notwendiger, als in naher Zukunft die Nutzspurbreite bei Stereoaufzeichnungen von z. Z. etwa 2,8 mm auf etwa 2,1 mm verringert werden muß. Ursache ist die Unterbringung eines Zeitmaßstabes mittels IEC-SMPTE-80-bit-Zeitcode, der die Vergrößerung der Trennspurbreite von z. Z. 0,75 mm auf etwa 2 mm erfordert.

Bevor auf die Fragen einer geeigneten Regelverstärkercharakteristik zur Lösung dieser Übersteuerungsproblematik eingegangen wird (Abschn. 6.6.) sollen noch nachfolgende Übertragungsglieder betrachtet werden.

#### 5.3. Konsequenzen für Übertragungswege und FM-Sender

Übertragungswege müssen zur Erreichung hoher Störabstände allgemein mit Preemphasis und z. T. auch mit Kompandereinrichtungen arbeiten.

Die dynamischen Eigenschaften und Übertragungscharakteristiken von Kompandern sind trotz vieler erreichter Verbesserungen nicht optimal;



es gibt Standardisierungsbemühungen für verschiedene Typen. Es ist zu erwarten, daß sich Geräte mit linearer Charakteristik durchsetzen werden. Hinsichtlich der Unterteilung der Frequenzbereiche und Wahl der Ein- und Ausregelzeiten ist zu bedenken, daß vom Funkhaus bis zum Hörerempfangsgerät mehrere Kompander hintereinander liegen können, was zu nachteiligen Auswirkungen führen kann. Gesicherte Aussagen liegen dazu nicht vor; aber es gibt kritische Programmsignale, die bei allen Typen unter ungünstigen Bedingungen zu Störungen führen.

Darüber hinaus werden auch Regelverstärker (Begrenzer) zum Schutz der Übertragungswege am Anfang eingesetzt (vorzugsweise am Ausgang Funkhaus).

Bei der Preemphasis wird ein Verlauf nach CCITT/J. 17 empfohlen. In Abb. 7 ist dieser einer 50-µs-Preemphasis gegenübergestellt, ohne Pegelbezug. Die Einschaltdämpfung ist je nach Art des Übertragungsweges (Leitung, PCM-Weg usw.) unterschiedlich. Zwar kann damit eine Verbesserung des Geräuschpegelabstandes bis zu 9 dB erreicht werden, aber aus dem Abschn. 5.1. ist leicht abzuleiten, daß die Anwendung dieser Preemphasis bei z. B. moderner Effektmusik zu einer Zunahme der nichtlinearen Verzerrungen führen kann, wenn man den Störpegelgewinn nicht wieder verschenken will.

Es ist daher nicht verwunderlich, wenn der CMTT-Bericht 491-2 [16] in dieser Beziehung Warnungen enthält und Zweifel an der Gültigkeit der Grundlagen für diese Preemphasis (von 1965) aus heutiger Sicht erhoben werden.

Für digitale Übertragungseinrichtungen gibt es bereits Vorschläge (z. B. Japan, s. Doc. CMTT/51, 1980, im Bericht 647-1 [17]) beim CCIR, auf die Anwendung dieser Preemphasis/Deemphasis zu verzichten, da die Verschlechterungen nicht mehr akzeptierbar seien (besonders bei Zymbalklängen).

Zumindest sollte ein Verlauf ähnlich der 50-us-Preemphasis erwogen werden, sofern die Programmsignalbegrenzung gemäß Abschn. 5.4. angewendet wird.

Eine Preemphasis von 50  $\mu s$  findet bekanntlich bei FM-Sendern Anwendung (in USA: 75  $\mu s$ !).

Abb. 8 zeigt die meist übliche Einschaltung mit 5 dB (d. h. bei 42 kHz Hub) unter dem Spitzenhub von 75 kHz. Der volle Störabstandsgewinn durch Preemphasis kann also gar nicht ausgeschöpft werden. Da noch 1 dB vom Hub für den Stereo-Hilfsträger benötigt wird, bleiben für die Höhenanhebung nur 4 dB Spielraum. Ab 4 kHz treten aber bereits Hubüberschreitungen auf, wenn das Amplitudenspektrum nicht den der Preemphasis inversen Verlauf hat. Wie in Abschn. 5.1. erwähnt, kann davon aber heutzutage keine Rede mehr sein. Die Hubüberschreitungen müssen daher zu störenden "Spuckeffekten" im Empfänger führen, wie seit Jahren bekannt [15].

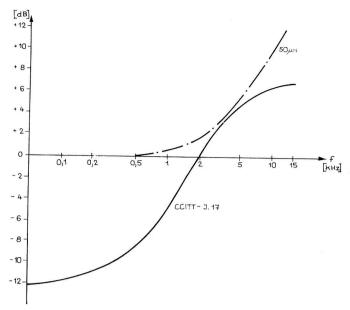


Abb. 7 Preemphasis für Übertragungsleitungen (gemäß CCITT - J. 17)

Mit Regelverstärkern spezieller Charakteristik am FM-Sendereingang versucht man diese Folgen zu verringern, so daß je nach Einpegelung und Betriebsart am Sender unterschiedliche Verformungen des Programmsignals eintreten. Der Unterschied zwischen dem Signal im Funkhaus und dem empfangenen Signal ist klanglich oft gravierend. Es gibt auch Vorschläge, die Preemphasis auf 25  $\mu s$  zu reduzieren und somit die nichtlinearen Verzerrungen stark zu verringern. Der Störabstand sollte dann durch zusätzliche Anwendung von Kompandern verbessert werden [18].

Das TELCOM-Verfahren eignet sich dafür wahrscheinlich am besten; allerdings muß man bezweifeln, daß eine Reduzierung dieser weltweit eingeführten Zeitkonstante 50  $\mu$ s erreicht werden kann. Eventuell

bieten sich beim Fernsehen mit Einführung des Mehrkanaltones Möglichkeiten für solche Änderungen, da hierbei die Kompatibilität im Sinne einer "Erträglichkeit" akzeptabel sein könnte.

Auch wenn eine Änderung der Preemphasis-Zeitkonstante nicht erreichbar erscheint, sollte dennoch der Gedanke des Einsatzes von Kompandern im UKW-Sende- und Empfangsweg ("K" bzw. "E" in Abb. 1) weiter verfolgt werden, um den Störabstand eine Größenordnung verbessern zu können. Besonders im Hinblick auf die künftige Digital-Schallplatte mit etwa 80 dB Geräuschspannungsabstand wird die Rundfunkübertragung verbessert werden müssen. Allerdings sind dann auch die Störpegel der Tonkanalabschnitte bis zum FM-Sender (z. B. auch die sogenannten Sendebänder) in dieser Hinsicht zu überdenken.

Der Kompander löst jedoch noch nicht die Frage des Signalspektrums, wenn der 50-µs-Verlauf bleibt.

Man kommt daher fast zwangsläufig zu der Überlegung, bereits bei der Programmproduktion das Signalspektrum zweckmäßig zu formen.

## 5.4. Beeinflussung des Signalspektrums bei der Produktion

Um die unkontrollierte Verformung des Programmsignals bei Übertragung und Ausstrahlung zu vermeiden, sollte der Vorschlag eingehender untersucht werden, das für Sendungen und für den Programmaustausch vorgesehene Programmsignal bereits während der Produktion in seiner spektralen Verteilung in geeigneter Weise einzugrenzen, derart, daß unter Berücksichtigung dieser Begrenzung vom Aufnahmepersonal (Tonregisseur, Toningenieur) eine entsprechende endgültige klangästhetische Balance hergestellt werden kann. Diese Balance wird dann von nachfolgenden Schutzeinrichtungen bzw. preemphasisbehafteten Einrichtungen nicht mehr nachteilig beeinflußt.

Dazu wird, wie in Abb. 1 bereits eingezeichnet, ein spezieller Regelverstärker (mit variabler Deemphasis) am Ausgang des Regiepultes bei der Produktion bzw. am Ausgang einer Programmabwicklungsanlage eingesetzt.

Da der Toningenieur den Einfluß der Klangveränderung stets erkennen kann, ist er in der Lage, die Klangbalance so zu verändern, bis auch die mit dem speziellen Regelverstärker kontrollierte Fassung seinen Vorstellungen entspricht. Gleichzeitig sind Abhöreinrichtungen und Magnetbandgeräte innerhalb der gleichen Begrenzungskurve geschützt.

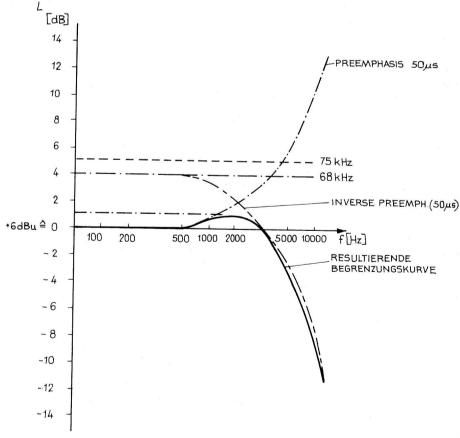
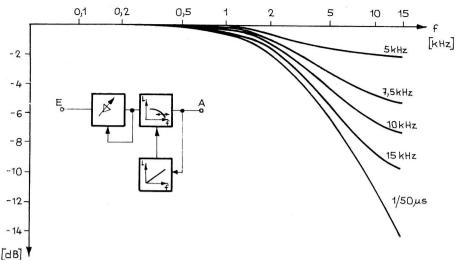


Abb. 8 Aussteuerungsverhältnisse bei FM-Sendern – Preemphasis  $50\,\mu s$ ; Einpegelung  $42\,kHz-Hub \triangleq +6\,dBu$  – Begrenzungskurve für die spektrale Verteilung

eines Programmsignals



Prinzipschaltung-Übertragungsfrequenzgänge (nach [19]) für L<sub>Ar</sub> = f(f<sub>p</sub> = 5 ... 15 kHz)

Regelverstärker mit variabler Deemphasis

Der Regelverstärker begrenzt die spektralen Anteile wie eine 50-µs-Deemphasis, ohne Gesamtpegelveränderungen bis 4 kHz. Die resultierende Kurve des Programmsignals in Abb. 8 zeigt, daß der zulässige Hub des FM-Senders nicht überschritten wird. Es kann vielmehr der Gesamtpegel (~ Reichweite) um etwa 2 dB erhöht werden.

Die subjektive Wirkung entspricht keinesfalls einer Beschneidung des Gesamtsignals durch einen Tiefpaß. Der Unterschied zum Tonsignal von natürlichen Schallereignissen bleibt im Produktionsstudio stets überschaubar und nach subjektiver Einschätzung vertretbar und akzeptabler als die unkontrollierte Beschneidung am FM-Sender.

Die Berücksichtigung der Begrenzungskurve nur im Aussteuerungsmesser wäre nicht ausreichend, da für das Aufnahmepersonal der praktische Betriebsfall der Übertragung nachgebildet werden muß.

Regelverstärker dieser Art sind seit einiger Zeit bekannt [19, 20, 21]. Ein vom RFZ im Jahre 1975 entwickeltes Prinzip und erreichbare Regelkurven zeigt Abb. 9.

Die Anordnung enthält eine Kombination von Begrenzer und Höhenabsenkung mit zwei geschlossenen Regelkreisen. Der Begrenzerkreis weist keine Besonderheiten auf. Der Regelkreis zur Höhenabsenkung enthält im Signalweg einen Tiefpaß mit steuerbarer Grenzfrequenz; dieser Tiefpaß bestimmt den Frequenzgang des Übertragungsweges. Der Regelspannungsweg enthält ein Bewertungsglied mit frequenzproportionaler Verstärkungszunahme, was einen dazu inversen Frequenzgangverlauf des Begrenzungseinsatzpunktes bewirkt [19].

Zur Einhaltung des festzulegenden Spektrums müßten Regelverstärker mit geregelter Höhenabsenkung im Produktionsstudio, für die Herstellung von Sende- und Austauschbändern, bei der Programmabwicklung von Live-Programmen sowie vor UKW-Sendern eingesetzt werden. (Im letzten Fall dienen sie nur noch zur Sicherheit gegen unbeabsichtigte Pegelfehler bis zum Eingang des Senders).

Die dem Studio folgenden Regelverstärker werden bei Programmsignalen, die in dieser Art spektral begrenzt sind, kaum noch ansprechen; sie korrigieren lediglich Aufzeichnungen, die ein abweichendes Spektrum aufweisen.

Die Anwendung der Begrenzung wird im gesamten Übertragungsweg eine korrektere Einpegelung als bisher erlauben. Dabei ist das Zusammenwirken mit der Aussteuerung, d. h. den in Abschn. 4 gemachten Überlegungen zu beachten.

Die erwähnte Möglichkeit der Anhebung des Pegels am FM-Sender läßt die Frage entstehen, ob die Energie in den Seitenbändern dann so stark ansteigt, daß unzulässige Nachbarkanalstörungen auftreten. In [22] wird jedoch nachgewiesen, daß bei korrekter Einhaltung des Spitzenhubs von 75 kHz die bisherigen Festlegungen eingehalten werden.

Eine Anhebung des Pegels im UKW-Sender bzw. in anderen Übertragungsgliedern bedingt allerdings Regelverstärker, die im gesamten Frequenzbereich keine größere Abweichung (Pegelanstieg) als etwa 1 dB zulassen. In [20] wie auch [22] werden Vorschläge in Form von Kurzzeitverzögerungen (≈ 0,3 ms), zusätzliche Klipperschaltungen u. a. empfohlen. Auch dazu sollten Standardisierungsvorschläge diskutiert werden.

# 6. Hinweise für die internationale Standardisierungsarbeit

Abb. 9

Mit den dargelegten Überlegungen sollten in komplexer Betrachtungsweise des gesamten Übertragungsweges Möglichkeiten zur Behebung störender Faktoren aufgezeigt werden.

Es wäre nicht ausgeschlossen, daß die einzelnen Rundfunk- und Fernsehorganisationen sich zur Einführung derartiger Maßnahmen entschließen, ohne daß einheitliche Lösungen international vereinbart werden. Damit würde zumindest die eigene Betriebsabwicklung stabilisiert. Sinnvollerweise sollten aber alle Schritte international abgestimmt werden, um den Programmaustausch entscheidend verbessern zu können.

Neben den Studiengruppen I und II der Technischen Kommission der OIRT, ist es die mehrfach erwähnte zeitweilige internationale Arbeitsgruppe 10/6 des CCIR, von der ein schnelles Reagieren mit Vorschlägen erwartet wird.

Zusammenfassend sind nachstehend vorgeschlagene Regelungen wünschenswert:

- Verbesserung der Aussteuerungskontrolle durch Festlegung einer kürzeren Integrationszeit und eines einheitlichen Kurvenverlaufs;
- Festlegung des zweckmäßigsten Amplitudenspektrums (der spektralen Verteilung) des Programmsignals und Bestimmung eines Simulations-Testsignals;
- Festlegung von Eigenschaften der Regelverstärker mit variabler Preemphasis/Deemphasis;
- Festlegung eines definierten Aussteuerungsprofils für Anlagen und Übertragungswege;
- Festlegung einer evtl. veränderten Preemphasis für Übertragungswege;
- konsequente einheitliche Anwendung der verschiedenen Pegelbezeichnungen und Vereinheitlichung der entsprechenden internationalen Empfehlungen;
- Festlegung von evtl. weiteren Qualitätsparametern für den Übertragungskanal sowie für das Programmsignal;
- Festlegung verbesserter Meßtechnologien zur Kontrolle des Tonübertragungskanals.

Zur letzten Aufgabe ist festzustellen, daß die Umstellung auf den (neuen) internationalen Einregelungspegel [9] von -12 dBu0 (d. h. 21 dB unter Maximal-Betriebspegel) bisher allgemein nur sehr unvollkommen bewältigt wurde.

Nach den Erfahrungen in der DDR, die als Transitland bzw. Empfänger internationaler Übertragungen einen großen Anteil des Programmaustausches zu übernehmen hat, wird in etwa  $^2/_3$  der Fälle von den anbietenden Ländern ohne einen speziellen Einregelungspegel gearbeitet. Etwa 15% der Übertragungen verwenden Testpegel zwischen -6 und +15 dBu0, und nur ein kleiner Prozentsatz besitzt wirklich den neuen Einregelungspegel.

Anläßlich der ersten Beratung der IWP 10/6, Sept./Okt. 1981 in Genf, wurde daher erwogen, ein eindeutiges Pegelschema zu benutzen, das

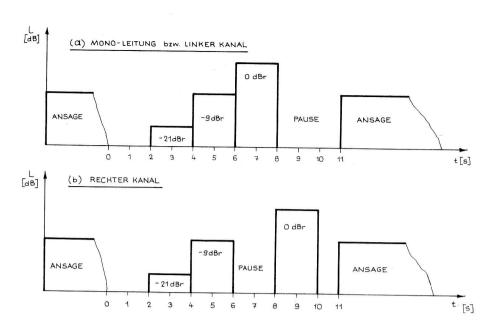


Abb. 10 Pegel-Zeit-Diagramm für Leitungskennungsgeber

ohne weitere Absprachen eine umfassende Aussage über den zu erwartenden Programmpegel gibt.

Abb. 10 zeigt eine Möglichkeit für eine automatisch abzugebende Kennung, die die üblichen Pegelstufen (je 2 s) und eine Identifikation der Kanäle (links/rechts) enthält, so daß eine Einpegelung relativ einfach, ohne zusätzliche telefonische Rückfragen, möglich ist. Auch hierzu ist eine internationale Einengung erforderlich.

#### Literatur

- [1] OIRT-Empfehlung Nr. 62/2: Zulässige Globalwerte der Parameter und Toleranzen für hochwertige Rundfunk-Tonübertragungskanäle. Miskolc-Tapolca,
- [2] Steinke, G.: Zur technischen Qualität der Rundfunkübertragung. radio-fernsehen-elektronik, 27 (1978) 12, S. 751-754.
- [3] CCIR-Bericht 293-4: Audio-frequency parameters for the Stereophonic
- CCIR-Bericht 293-4: Audio-frequency parameters for the Stereophonic transmission and reproduction of sound. Kyoto, 1978.

  Beschluß der Studienkommission 10 CCIR (Decision 40-1/1981) Bildung der Interim Working Party (IWP) 10/6: "Parameters and tolerance limits for the technical quality of programmes intended for international exchange".

  Doc. 10/5020; 5. Oktober 1981.
- [5] Beitrag der DDR zur CCIR-Schlußkonferenz, Studienkommission 10: Considerations on Problems of correct level regulation in Broadcasting. Doc. 10/218; 11. August 1981.
- [6] Steinke, G.: Zur Frage der Kompabilität zwischen kopfbezogener und raum-bezogener Stereofonie. Techn. Mitt. des RFZ, 19 (1975) 4, S. 89-95.
- [7] Hoeg, W.; Steinke, G.: Grundlagen der Stereofonie. VEB Verlag Technik, Berlin, 1972 (2. Auflage).
- [8] Steffen, E.: Untersuchungen zur lautheitsgerechten Aussteuerung von Rundfunk-Tonsignalen. Techn. Mitt. des RFZ, 22 (1978) 3, S. 66-72; 4. S. 78-82.

- [9] Buchold, H.; Schaffner, H.: Umstellung des Einregelungspegels in den Tonübertragungswegen der Deutschen Post. Techn. Mitt. des RFZ, 24 (1980),
- [10] CCIR-Bericht 292-4: Measurement of programme level in sound Broadcasting. Kyoto, 1978.
- Gerber, W.: Untersuchungen zur Aussteurung des niederfrequenten Modulationssignals für FM-Rundfunkübertragung. Rundfunktechn. Mitt., 23 (1979)
- 4, S. 165-170.
  [12] Thilo, H. G.; Bidlingmaier, M.: Der Tonmesser, ein Spannungsspitzenmesser mit logarithmischer Anzeige. E. N. T. 13 (1936) 5, S. 176-183.
- [13] Hoeg, W.: Zum Problem der Aussteuerungsmessung. Techn. Mitt. des BRF, 4 (1960) 2, S. 67-72.
- [14] Schöne, P.; Plenge, G.; Jakubowski, H.: Genügt eine Bandbreite von 15 kHz für elektroakustische Übertragungssysteme? Rundfunktechn. Mitt., 23 (1979)
- [15] Steffen, E.: Untersuchungen zu Fragen des Spuckeffektes bei FM-Rundfunkübertragungen. Techn. Mitt. des RFZ, 11 (1967) 3, S. 112–118.

  [16] CMTT-Bericht 491-2: Characteristics of signals sent over sound-programme
- circuits. Kyoto, 1978.
- [17] CMTT-Bericht 647-1 (F): Digital-transmission of sound-programme signals. Doc. CMTT/5041, 6. Oktober 1981.
- [18] Stetter, E.: Die Verwendung des Dolby-Verfahrens bei der FM-Rundfunk-
- übertragung. Rundfunktechn. Mitt. 22 (1978) 1, S. 32-38.
  [19] Kratzsch, R.: Zur Problematik von Regelverstärkern. Techn. Mitt. des RFZ, 20 (1976) 4, S. 93–95.
- [20] Gleave, M.; Manson, W. I.: The development of sound-programme limiters in the BBC. BBC-Engineering, 1977, August, S. 9-19.
  [21] Voigt, K.: Möglichkeiten zur Austteuerungsbegrenzung von Sendern durch
- gezielte Maßnahmen in der AF-Ebene. Vortrag zur NTG-Tagung 1980, NTG-Fachberichte, S. 191-198.
- [22] Bäder, K.O.: Transienten-Begrenzung und variable Preemphasis zur Vermeidung des Nachbarkanalübersprechens beim FM-Rundfunk. Vortrag zur NTG-Tagung 1980, NTG-Fachberichte, S. 199-205.

TA 1552

# 100 Jahre Stereofonie

GERHARD STEINKE, KDT, Deutsche Post, Rundfunk- und Fernsehtechnisches Zentralamt

#### Zur Entwicklungsgeschichte

Am 11. August 1881, anläßlich der 1. Internationalen Elektr(otechn)ischen Ausstellung in Paris, erfolgte die erste stereofone Übertragung und Kopfhörerwiedergabe der Oper "Die Stumme von Portici" von Auber. Der französische Erfinder Clement Ader (1841–1925) und sein Mitarbeiter, der Ungar Tivadar Puskas, hatten zweikanalige Übertragungsanlagen in der Oper und im Théatre Francoise installiert und übertrugen die Mikrofonsignale zu vier mit schweren Teppichen ausgekleideten Ausstellungsräumen im Palais de l'Industrie (Abb. 1), die jeweils einzeln angeschaltet wurden [1, 2].

Im deutschen Reichspatent Nr. 18741 vom 30. 8. 1881, "Neuerungen an Telephonanlagen für Theater", beschreibt *Ader* die technische Ausführung derartiger Stereoübertragungsanlagen wie folgt:

"Die Sender werden auf der Bühne in zwei Serien eingeteilt, eine linke und eine rechte, und einer der beiden, beim Abonnenten, befindlichen Empfangsapparate ist mit einem Sender der einen Serie, der andere mit einem Sender der zweiten Serie verbunden. Auf diese Weise kann der Hörer mit beiden Ohren die verschiedenen Laute verfolgen und die Variationen in der Intonation, welche er mit beiden Ohren hört, entsprechen in der Tat den Bewegungen und Ortsveränderungen der Schauspieler auf der Bühne. Dieses doppelte Hören der durch verschiedene Apparate aufgenommenen und weitergegebenen Laute ist in bezug auf die erzielten Effekte analog demjenigen, was das Stereoskop für das Sehen ist."

Damit hat Ader die Wirkungsweise der zweikanaligen Stereofonie prinzipiell definiert.

Da es noch keine Verstärker gab, konnten nur wenige, etwa 8 ... 9, Kopfhörerpaare ("Hörtelephone")\* für jeweils einen Ausstellungsraum an je ein Mikrofonpaar ("Transmitter", "Sender"), an der Bühnenrampe befestigt, angeschlossen werden. Schließlich waren erst 20 Jahre seit den grundlegenden Erfindungen von *Philipp Reis* zur elektroakustischen Schallübertragung vergangen. Daher mußte *Ader* 5 Mikrofonpaare, getrennt jeweils in 5 Einzelmikrofone links und rechts vom Souffleurkasten, und durch den Aufbau bedingt, in waagerechter Lage, verwenden.

Eine Vorstellung über den Aufbau der damals benutzten Mikrofone von *Ader* gibt der Faksimileabdruck in Abb. 2 (aus [3]). Die Resonanzfläche bestand aus dünnem Tannen- oder Fichtenholz. Die Schaltungsanordnung, aus den damaligen Schaltplänen aktualisiert, zeigt Abb. 3.

Ein Zeitgenosse Aders, E. Hospitalier, berichtete über das Ereignis u. a. [4]:

,,... man kann bemerken, daß beim Hören mit beiden Ohren über diese zwei Telephone das Hörbild einen besonderen Charakter des Reliefs bzw. der Lokalisation annimmt, der mit nur einem Telephon unmöglich zu erzielen ist ...

... Sobald die Übertragung beginnt, plazieren sich die Darsteller im Geist des Zuhörers auf eine feste Entfernung, die einen zur Rechten, die anderen zur Linken. Es ist leicht, ihren örtlichen Änderungen zu folgen und jedes Mal ist, wenn sie zur Seite wechseln, genau die imaginäre Entfernung anzugeben, in der sie sich untereinander zu befinden scheinen, der eine zum anderen und zum Hörer am Telephon. Das ist offenbar eine sehr seltsame Erscheinung; sie ist nahe mit der Theorie des beidseitigen (binauralen) Hörens verwandt und überdies noch niemals vor Ader, wie wir glauben, angewendet worden, um diese als eine der markantesten Illusionen zu erzeugen, der man in gewisser Weise den Namen Hörperspektive (perspective auditive) geben kann."

Bei der genannten Hörtheorie handelt es sich offenbar um die seinerzeit (1880) auch von *Lord Rayleigh* vertretene Theorie, wonach das natürliche Hören allein auf Intensitätsunterschiede an beiden Ohren zurückzuführen sei. 1907 korrigierte sich *Lord Rayleigh* und propagierte die Phasentheorie. Erst nach 1920 entstanden die heute gültigen theoretischen Grundlagen "zur zweiohrigen Schallübertragung" *v. Hornbostel, Wertheimer, v. Békesy* u. a.

Aufgrund unserer heutigen Kenntnisse können wir einschätzen, daß es sich bei den Übertragungen von Ader und Puskas mit den gewählten Mikrofonabständen um eine Kombination aus Laufzeit- und Intensitäts-Stereofonie gehandelt hat.

Die damals erreichbare Übertragungsqualität konnte natürlich nur begrenzt sein; die gesamte Technik steckte noch in den Kinderschuhen. Dennoch war es beeindruckend und einer der Höhepunkte der 68. Tagung der Audio Engineering Society (März 1981, Hamburg), als Bent Hertz vom Dänischen Rundfunk einen originalgetreuen Nachbau von Aderschen Mikrofonen vorstellte [5] und damit aufgezeichnete Schallereignisse über Lautsprecher in für diese damalige Technik akzeptabler Qualität vorführte.

Für die Membran zur Anregung der Kohlestäbchen – gemäß Abb. 2 – hatte er von einem Geigenbauer geeignete Tannenholzbrettchen erhalten. Besondere Mühe bereitete die optimale Anpassung der Induktionsspulen; deren Bemessung und die zweckmäßigste Stromstärke war mühselig zu ermitteln.



\* die noch nicht durch den erst 1889 erfundenden Kopfhörerbügel verbunden waren sondern von dem Besucher einzeln an die Ohren gehalten werden mußten.

Abb. 1 (nach [1]) Stereofonie-Vorführraum auf der 1. Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung Paris, 1881

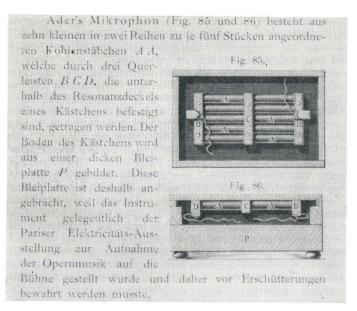


Abb. 2 (nach [3]) Mikrofon nach Ader (1881)

Die Entwicklungsepochen der Stereofonie bis heute lassen sich an dieser Stelle nur in großen Sprüngen darstellen.

Nach ähnlichen Kopfhörerübertragungen Aders auf weiteren Elektr(otechn)ischen Ausstellungen (München, Wien, London) wurden Übertragungen mit Lautsprecherwiedergabe erst 1912 bekannt: W. Ohnesorge übertrug Aufführungen des Berliner Opernhauses über Telefonleitungen zum benachbarten Kronprinzenpalais. Da es noch keine Verstärker gab, wurden mehrere Gruppen von Mikrofonen "in geeigneter Weise auf der Bühne und im Orchester aufgestellt". Wie groß die Zahl der Kanäle damals war, ist nicht exakt überliefert, aber offensichtlich waren es mehr als zwei, da ein räumliches Hören aufgrund der Übermittlung von Phasen- und Intensitätsunterschieden der Klangbilder mittels mehrerer Mikrofongruppen, die mit je einem Lautsprecher verbunden waren, hervorgehoben wird [6]. Es dürfte sich demnach um die erste Mehrkanalübertragung mit Lautsprechern überhaupt gehandelt haben.

Die erste zweikanalige Rundfunk-Opernübertragung erfolgte 1924 durch den Berliner Rundfunk: Die Signale zweier Mikrofongruppen wurden unabhängig voneinander über den Rundfunksender sowie über eine separate Drahtleitung zu Kopfhörern übertragen. Zu dieser Zeit bereits machte *E. Meyer* [6] den Vorschlag, sich auf zwei Mikrofone im Ohrabstand, aufgehangen über dem Parkett, zu beschränken. Dies hätte jedoch außer der problematischen Anordnung auch Verstärker an den Mikrofonen bedingt, und wurde nicht versucht.

Experimente mit zwei Rundfunksendern gab es erstmals 1925 [7]; der damals für den Hörer nicht zumutbare Aufwand von zwei Empfängern regte *M. v. Ardenne* an, eine pseudostereofone Wiedergabe von einkanalig übertragenen Rundfunkdarbietungen vorzuschlagen [8].

Auf Fletcher, den Leiter der Forschungsabteilung bei Bell Telephone Laboratories (USA), sind viele grundlegende Experimente und Ideen zur Stereofonie zurückzuführen (dieser Pionier der Elektroakustik verstarb erst vor kurzem, Juli 1981, im Alter von 96 Jahren). Er führte 1933 eine dreikanalige Konzertübertragung von Philadelphia nach Washington zur Constitution Hall durch, über Telefonleitungen sowie mit Verstärkern und Lautsprechern [9]. Hierbei arbeitete er auch eng mit dem bekannten Dirigenten Leopold Stokowski zusammen, der die Lautsprecher aussteuerte und ebenso bei einer Konzert-Stereo-Übertragung in der Carnegie-Hall 1939 mitwirkte.

Maßgebliche theoretische Grundlagen zur Stereofonie erarbeiteten auch Warncke [10] und de Boer [11] (s. dazu auch [12]). Aus dieser Zeit (etwa 1938 [10]) stammt wahrscheinlich auch der Begriff "Stereophonie"\* – vorher sprach man lediglich vom plastischen Hören oder vom stereoakustischen Hören, sowie von der "Hörperspektive" (Hospitalier [4], Fletcher [9]).

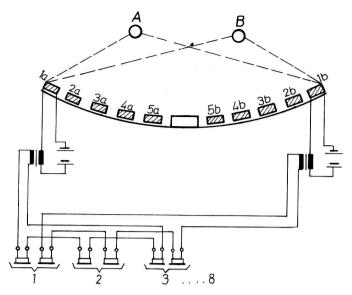


Abb. 3 (nach [4]) Schaltungsordnung der Stereo-Übertragungsanlage nach Ader

#### Stereo-Magnetbandaufzeichnung

Aufgrund des inzwischen erreichten theoretischen und praktischen Standes der Stereofonie (insbesondere durch die Arbeiten von Warncke [10]), wurden erste Stereo-Aufzeichnungen auf Magnetband von Technikern des Rundfunks in Berlin bereits 1936 hergestellt. Nach entscheidender Verbesserung der Aufzeichnungsqualität mit Hilfe der HF-Vormagnetisierung (1940) wurden in den Jahren bis 1944 etwa 250 Aufzeichnungen in Laufzeit-Stereofonie, d. h. mit distanzierten Mikrofonen, produziert, die allerdings bis auf wenige Fragmente verschollen sind [12]. Das Grundprinzip der Speicherung auf zwei Spuren des 6,3 mm breiten Magnetbandes ist in der Studiotechnik bis heute bei der analogen Aufzeichnungstechnik erhalten geblieben. In naher Zukunft wird jedoch die heute übliche schmale Trennspur von 0,75 mm wieder auf etwa 2 mm verbreitert werden müssen, um auf einer dritten Spur weitere Hilfsinformationen (Bandkennung, Zeitmaßstab u. a.) nach dem SMPTE/ IEC-80-BIT-CODE für die zunehmende Automatisierung im Rundfunkund Fernsehbetrieb unterbringen zu können. Die damit verbundene Verringerung an Störabstand wird z. T. durch zunehmenden Einsatz geeigneter Kompanderverfahren kompensiert. Doch erst die Einführung der digitalen Aufzeichnungstechnik wird gewährleisten, daß Stereo-Aufzeichnungen mit einem Geräuschspannungsabstand von 75 ... 80 dB, ohne Beeinträchtigung des Programmsignals, möglich sind.

Die Erfindung der Compact-Kassette (etwa 1965) hat die Verbreitung der Stereofonie im Heim mittels der Kassettengerätetechnik beachtlich gefördert; allerdings ist ausreichende Qualität nur mit Hilfe von Kompanderverfahren (Metallband und Präzisionsmechanik) erreichbar. Vielleicht wird diese Technik durch die weitere Entwicklung der Schallplatte neue Impulse erfahren.

# Stereo-Schallplatte

Zahlreiche frühe Vorschläge zur Aufzeichnung der Stereo-Signale in zwei getrennten Tonspuren einer Schallplatte konnten sich nicht durchsetzen. Grundlegende Gedanken von *Blumlein* [13] – bereits 1931 patentiert! – zur Speicherung von zwei Signalen in einer Rille, gelang es erst 1958 [14] für die Heimpraxis in der sogenanten Flankenschrift (Zwei-Komponentenschrift) zu realisieren. 1962 brachte der VEB Deutsche Schallplatten die ersten Stereo-Schallplatten heraus. Heutzutage kommen Langspielplatten nur noch in Stereo-Version in den Handel [15].

Einen Qualitätssprung – allerdings in begrenztem Umfang – konnte die Schallplattentechnologie in den 70er Jahren erreichen, als unter Umgehung der magnetischen Tonaufzeichnung im sogenannten Direktverfahren die Mikrofonsignale nach der Mischung direkt auf Matrizen geschnitten wurden. Der Wegfall des Bandrauschens und wesentlich höhere Dynamik wurde aber mit limitierter und teuerer Auflage erkauft.

<sup>\* &</sup>quot;Stereophonie", abgeleitet von "stereo" = körperlich, plastisch, "phonos" = Ton, Stimme (griech.) [12].

Zur 62. AES-Convention (Brüssel, 1979) wurde (neben verschiedenen PCM-Systemen) der erste Prototyp eines holländischen "Compact-Disc"-Systems vorgestellt, bei dem eine 12 cm Platte mit 60 min digital gespeichertem Stereoprogramm mittels Laserstrahl abgetastet wird. Damit kann auch im Heim höchste Studioqualität angeboten werden. Bis zu einer ökonomisch vertretbaren praktischen Anwendung wird noch geraume Zeit vergehen. Es wird aber dann auch die Frage aktuell, ob man sich künftig auf die Zweikanal-Stereofonie beschränken muß. Die "CD-Platte" macht mehr möglich.

#### Rundfunk-Stereofonie

Nach den bei der Entwicklungsgeschichte zitierten Versuchen ist der Beginn der erfolgreichen Entwicklung für die Rundfunk-Stereofonie erst in den 50er Jahren zu sehen. Die naheliegende Methode , die Stereo-Signale über zwei unabhängige UKW-Sender zu übertragen, wurde wegen fehlender Kompatibilität und infolge des hohen Aufwandes nur vorübergehend in Experimenten genutzt. Aus mehr als 20 Verfahrensvarianten von Einsendermethoden für den UKW-Rundfunk kristallisierte sich schließlich das Pilottonverfahren als zweckmäßigste Lösung heraus.

In diesem Zusammenhang müssen aber auch die bemerkenswerten Arbeiten um 1959 von *Lauridsen* [16] zur M/S-Stereofonie gewürdigt werden, die die Entscheidung für die HF-Übertragung von M- und S-Signalen und für die Intensitäts-Stereofonie in Aufnahme- und Wiedergabetechnik förderten.

In der DDR befaßte sich das Rundfunk- und Fernsehtechnische Zentralamt seit 1959 (seinerzeit noch BRF) mit Verfahrensuntersuchungen zur NF-Stereofonie und anschließend gemeinsam mit der Studiotechnik Rundfunk, dem Staatlichen Komitee für Rundfunk und dem Zentrum für Wissenschaft und Technik (seinerzeit noch ZRF) der Empfängerindustrie mit der Problematik der Rundfunk-Stereofonie [12, 17, 18, 19].

Die ersten Stereo-Sendeversuche über einen UKW-Sender, zuerst noch nach dem PAM-Verfahren, erfolgten im Juni 1961 [20]. Im Dezember 1962 wurden Sendeversuche mit dem Pilottonverfahren durchgeführt, das danach in Form automatischer Testsignale ständig abgestrahlt wurde. Nach weiteren Experimenten mit Stereo-Programmen wurde am 2. August 1963 mit der ersten offiziellen Stereo-Rundfunksendung vor der Fachpresse ein erfolgreicher Abschnitt der NF- und HF-Untersuchungen zur Stereofonie erreicht.

Nach fast genau 40 Jahren monofonen Rundfunks war dies nun der Start der praktischen Rundfunk-Stereofonie in der DDR. Von diesem Zeitpunkt an folgten u. a. tägliche Experimentalsendungen für eine Rundfunk-Ausstellung im Postmuseum der Deutschen Post (Oktober bis Dezember 1963); zahlreiche Produktionen von Wort- und Musikaufnahmen folgten, und dann am 15.9. 1964 wurde das regelmäßige Stereo-Versuchsprogramm über den Sender "Berliner Welle" aufgenommen.

Das Pilottonverfahren wurde 1966 in der OIRT [21] und im CCIR (Internationaler Beratender Ausschuß für das Funkwesen im Interation-Fernmeldeverein UIT) international zur Anwendung empfohlen. Es ist inzwischen – neben dem Polarmodulationsverfahren der UdSSR – weltweit eingeführt. In der DDR strahlen z. Z. 3 Programme des Rundfunks der DDR etwa 80% ihrer Sendezeit Stereo-Sendungen ab; das 4. Programm ("Stimme der DDR") wird gegenwärtig für die HF-Stereofonie vorbereitet.

Der Stereo-Rundfunk mit Lautsprecherwiedergabe ist, gefördert durch hochqualitative Empfangsanlagen der Industrie, zur Selbstverständlichkeit für den mit ihr in den Qualitätsansprüchen gewachsenen Hörer geworden.

# Kunstkopf-Stereofonie

Neben der Verbreitung der raumbezogenen Stereofonie über Lautsprecher vollzog sich inzwischen auch eine beachtliche Entwicklung der kopfbezogenen Stereofonie. Ein bereits 1921 angemeldetes französisches Patent für einen Kunstkopf kam offenbar niemals zum Tragen. Auch der eingangs erwähnte Vorschlag von *E. Meyer* ("Mikrofone im Ohrabstand") wurde nicht konsequent weiterverfolgt. *Fletcher* beschreibt 1933 im Rahmen seiner vielfältigen Stereo-Experimente erstmals einen künstlichen Kopf in Form einer Schneiderpuppe ("Tailors dummy") mit "Ohrmikrofonen" [22] (s. weitere Hinweise in [12]).

Einer Anregung des Ohrenarztes Dr. Kösters in Haag entsprechend wurde 1938 eine Höranlage für einen Schwerhörigen geschaffen [23], die zuerst einen Puppenkopf, dann eine Kugel von 22 cm Durchmesser und zwei eingebauten Mikrofonen verwendete. Dadurch wurde ein Richtungshören möglich, mittels dessen man Störgeräusche aus anderen Richtungen psychisch zurückdrängen konnte. Für Musikübertragungen wurde der Kunstkopf darauf von de Boer (1940) benutzt [29].

Experimente in den 50er Jahren, u. a. an der TH Dresden, konstatierten jedoch immer noch den Mangel der Im-Kopf-Lokalisation (neben gravierenden anderen Besonderheiten). Die Rundfunkorganisationen ließen daher die im Prinzip bestechende Idee wegen dieser Nachteile immer wieder fallen. Erst 1970 gelang Kürer, Plenge und Wilkens ein entscheidender Durchbruch [24]. Bei sorgfältiger Beachtung physikalischer Gegebenheiten (Geometrie und akustische Eigenschaften des äußeren Ohres bis hin zum Trommelfell) bei der Nachbildung von Köpfen für raumakustische Messungen war es möglich, Kunstkopf-Aufnahmemikrofone zu entwickeln, die auch im Rundfunk-Studiobetrieb verwendet werden konnten und die die Richtung und Entfernung von Schallquellen ausreichend gut über einen hochwertigen Kopfhörer wiedergaben. Obwohl die Vorn-Ortung noch eingeschränkt war, wurde nach einer entsprechenden Untersuchungsphase das Verfahren dem Rundfunkhörer vorgestellt und er mit dieser neuen Form der Informationsvermittlung bekanntgemacht.

Der Rundfunk der DDR strahlt seit dem 4. Oktober 1976, also seit nunmehr bereits 5 Jahren, Experimentalsendungen in kopfbezogener Stereofonie aus [25], die auf große Resonanz derjenigen Hörerkreise stießen, die eine intime und direkte Art des Hörens, bisher unerreichbar, bevorzugen. Der Hörer wird praktisch an den Ort der Aufnahme versetzt, er wird in die akustische Atmosphäre, in das gesamte Schallgeschehen einbezogen.

Einige prinzipielle Mängel der inzwischen weit verbreiteten Kopfnachbildung lassen jedoch noch nicht den erwünschten Idealfall erreichen [25]. Insbesondere Klangfarbe, Richtungstreue und Vorne-Eindruck sind verbesserungsbedürftig.

In mehreren Ländern wird intensiv an der Verbesserung gearbeitet (u.a. in VRB, BRD, ČSSR, Österreich), so daß man in absehbarer Zeit mit einer neuen Qualität des Verfahrens rechnen kann. Es gibt inzwischen auch Vorstellungen, wie künftig eine akzeptable Kompatibilität, d. h. befriedigende Wiedergabe der Kunstkopfsignale über Lautsprecher, zu erreichen ist. Dennoch soll betont werden, daß nur mittels Kopfhörer neuartige Hörerfahrungen vermittelt werden können, die über Lautsprecher nicht realisierbar sind, und die auch das Hörvergnügen steigern.

Die Kunstkopf-Stereofonie wird die schon fast klassische Form der raumbezogenen Stereofonie nicht verdrängen, sondern vielmehr für ganz spezifische künstlerische Genres ergänzen, die die Einbeziehung in den Raum der Übertragung sowie die Darstellung bewegter Schallquellen erfordern. Schließlich ist nur mit dieser Technologie zu erreichen, daß sowohl Aufnahmepersonal als auch Rundfunkhörer unter gleichartigen Wiedergabebedingungen eine Übertragung verfolgen können – ohne Verfälschungen durch akustische Einflüsse der Räume, ohne aufwendige Lautsprecher- und Verstärkeranlagen.

# Ausblick auf weitere Einführungschancen von Mehrkanalverfahren im Rundfunk und Fernsehen

Zur weiteren Entwicklung der Zweikanal-Stereofonie sind viele Bemühungen unternommen worden: Ambiofonie, Dreikanaltechnik, Vierkanaltechnik (Quadrofonie), Eidophonie, Ambisonic usw. Alle diese Verfahren konnten sich aus technischen, ökonomischen und Standardisierungsaspekten bisher nicht oder nur begrenzt durchsetzen (siehe u. a. in [26]). Auf die vielfältigen Pseudo-Stereofonie-bzw. Quadrofonie-Verfahren kann hier nicht eingegangen werden; sie lassen teilweise Verbesserungen im Raumeindruck erreichen. Die Kunstkopf-Stereofonie hat sich dagegen als eine sinnvolle Alternative erwiesen. Die Anwendung der Stereofonie im Fernsehen ist in Japan seit 1978, in der BRD seit 1981 in erste Anwendungsphasen getreten. Die Systeme sind unterschiedlich und nicht standardisiert, da im CCIR mehrere Länder Vorbehalte äußerten (u. a. Schweden, Frankreich, Niederlande, UdSSR, USA); nach ihrer Auffassung sind die Systeme noch nicht genügend ausgereift.

In der DDR wurden seit 1969 mehrfach Experimentalsendungen nach dem Simulcast-Verfahren durchgeführt (d. h. zum üblichen Fernseh-

signal erfolgt gleichzeitig die Übertragung des Stereo-Signals über UKW-Rundfunk); sie bewiesen die vorteilhafte Anwendung der Stereofonie bei bestimmten Fernsehprogrammen [27].

Von nicht zu unterschätzendem Gewinn ist dabei der mit einer solchen Technik verbundene Qualitätsanstieg aller übrigen Tonsignalparameter im Fernsehrundfunk, der durch das entsprechende Bemühen der Empfängerindustrie unterstützt wird. Allerdings gibt es noch einige prinzipielle technische Probleme bevor mit einem Weltstandard gerechnet werden kann (u. a. Kompandereinsatz, Quasi-Parallelton usw.).

Chancen für ökonomische Mehrkanaltechnologien, über die Zweikanal-Stereofonie hinaus, werden mit der Einführung der "Compact-Disc"-Platte gesehen, da mit ihr mehr als zwei Kanäle bei hoher Übertragungsqualität gespeichert werden können. Dies bedingt aber zunächst weitere Untersuchungen der ökonomischsten Formen der Mehr-Lautsprecher-Wiedergabe, bevor sich praktikable Lösungen für eine allgemeine Einführung abzeichnen. Es kann dazu auch nützlich sein, die Anwendung moderner stereofoner Beschallungstechnologien auf Heimwiedergabe zu prüfen, damit die angestrebte weitgehende Unabhängigkeit der Hörerposition bei Stereo-Wiedergabe mit Mehrkanaltechnik erreicht werden kann. Für größere Räume hat sich dafür das Delta-Laufzeitverfahren [28] gegenüber herkömmlicher Intensitäts-Stereofonie als überlegen gezeigt.

Der gesamte Entwicklungsgang der mehrkanaligen Tonübertragung, der Stereofonie im allgemeinsten Sinne, hat seit dem historischen Experiment von Ader vor 100 Jahren zu einer beachtlichen Steigerung der Übertragungsqualität und -quantität geführt. Insbesondere in den letzten 15 Jahren hat die Stereofonie auch die erhoffte allgemeine Breitenwirkung gewonnen, die zu einer anspruchsvolleren Hörerwartung des Rundfunk- und Schallplattenhörers und zu neuen programmpolitischen Möglichkeiten führte. Die Rundfunkorganisationen fühlen sich dadurch verpflichtet, die erreichte Qualität zu stabilisieren und weiter zu vervollkommnen, aber auch aufmerksam alle Entwicklungstendenzen zu studieren, die zu neuen massenwirksamen Qualitätsstufen im Rahmen ökonomischer Möglichkeiten führen können.

#### Literatur

- [1] Prescott, G. B.: The Electric Telephone, 2. Auflage, New York, 1890, S. 381
- [2] Eichhorst, O.: Zur Frühgeschichte der stereophonischen Übertragung. Frequenz 13 (1959), 9, S. 273-277.
  [3] Schwarze, T.: TELEPHON - Mikrofon und Radiophon. A. Hartleben's
- Verlag, Wien, Pest, Leipzig, 1883, S. 169.

- [4] Hospitalier: Les auditions Téléphoniques Theâtrales. L'Electricien 1 (1881), 12, S. 572-579.
- [5] Hertz, B. F.: 100 Years with Stereo The Beginning -. Vortrag 1724 (A-1) zur 68. Convention AES, März 1981, Hamburg
- [6] Meyer, E.: Über das stereoakustische Hören. Elektrotechn. Z. (1925) 22, S. 805-807.
- [7] Kunze: Plastisches Hören im Rundfunk. Funk (1925) 45, S. 542.
- [8] v. Ardenne, M.: Plastisches Hören von Rundfunkdarbietungen. Funk (1925) 23, S. 281.
- [9] Fletcher, H.: Auditory Perspective Basic Requirements. Electr. Engin. 53 (1934), S. 9.
- [10] Warncke: Der technische Stand der Stereophonie. Kinotechnik 20 (1938),
- [11] de Boer, K.: Plastische Klangwiedergabe. Philips Techn. Rundschau 5 (1940), S. 108.
- [12] Hoeg, W.; Steinke, G.: Stereofonie-Grundlagen. 2. Auflage, Verlag Technik
- Berlin, 1972.
  [13] Blumlein, A. D.: Improvements in and relating to sound-transmission, soundrecording and sound-reproducing systems. British Patent Nr. 394325 (1931).
- [14] Redlich, H.; Klemp, H.-J.; Stereophonische Aufzeichnungen auf Schallplatten. Funktechnik 13 (1958) 11, S. 367-369.
- [15] Homuth, G.: Zweikanalaufzeichnung von Schallplatten. radio fernsehen elektronik 17 (1968) 20, S. 620-621.
- [16] Lauridsen, H.; Schlegel, F.: Stereofonie und richtungsdiffuse Klangwiedergabe. Gravesaner Blätter 2 (1956) 5, S. 28-50.
- [17] Steinke, G.: Vorbereitungen für die Stereo-Übertragungstechnik beim Rundfunk. Techn. Mitt. BRF 4 (1961) 2, S. 59-65.
  [18] Steinke, G.: Hoeg, W.: Wasner, M.: Einrichtung eines Experimentel-Regie-
- raumes für Mehrkanal-Aufnahmetechnik. Techn. Mitt. RFZ, 7 (1963) 3, S. 105–118.
- [19] Hoeg, W.; Wagner, K.: Stereofonie-Aufnahmetechnik. Verlag Technik Berlin 1970
- [20] Steinke, G.: Erste Stereo-Sendeversuche des BRF. Techn. Mitt. BRF 5 (1961) S. 91. radio und fernsehen 10 (1961) 16, S. 494.
- [21] OIRT-Empfehlung Nr. 45: Hochfrequente Übertragung von zwei Signalen über einen UKW-Sender mittels eines amplitudenmodulierten Hilfsträgers
- [22] Fletcher, H.: An Acoustic Illusion Telephonically Achieved. Bell. Labor. Record (1933) May, S. 259.
- [23] Winckelmann, I.: Höranlage für einen Schwerhörigen. Funkschau 13 (1940)
- [24] Kürer; Plenge; Wilkens: Verfahren zur hörrichtigen Aufnahme und Wiedergabe von Schallereignissen und Voraussetzungen zu seiner Durchführung. Offenlegungsschrift Nr. 1927401, 1970 (BRD).
- [25] Steinke, G.: Möglichkeiten und Grenzen der kopfbezogenen Stereofonie. radio fernsehen elektronik 28 (1979) 6, S. 388-392; 7, S. 456-460, 466.
- [26] Steinke, G.: Hoeg, W.: Mehrkanalübertragung im Rundfunk. radio fernsehen elektronik 24 (1975) 8, S. 249-253.
  [27] Hoeg, W.: Wagner, K.: Aspekte stereofonen Tonübertragung im Fernsehen.
- Techn. Mitt. RFZ, 16 (1972) 4, S. 104–106.
  [28] Hoeg, W.; Steffen, F.; Steinke, G.; u. a.: Ein Schallübertragungssystem zur richtungs- und entfernungsgetreuen Beschallung großer Auditorien ("Delta-Stereofonie-System"). Techn. Mitt. RFZ 20 (1976) 2, S. 25-27.
- [29] de Boer, K.: Räumliche Schallabbildung. Philips' techn. Rundschau (1940) 5,

TA 1549

# Ermittlung des Ersatzrechteckes beim Grundbruchnachweis von Flächenfundamenten

BERNDT KÜCHLER, Deutsche Post, Rundfunk- und Fernsehtechnisches Zentralamt

#### 0. Vorbetrachtungen

Die Berechnung der Tragkraft von Flächenfundamenten mit beliebig konvexer Grundrißfläche (d. h. einer einfach zusammenhängenden Fläche ohne einspringende Teilflächen) erfolgt nach [1] mit den ergänzenden Vorschriften [2] und [3] mittels der Theorie des Grenzgleichgewichtes im Baugrund unter vereinfachenden Annahmen. Abweichungen von diesen vereinfachenden Annahmen werden durch geeignete Korrekturbeiwerte oder durch Näherungsverfahren berücksichtigt. Ein Näherungsverfahren ist z. B. die Umwandlung der gegebenen Fundamentgrundrißfläche in eine Ersatzrechteckfläche bei außermittiger Belastung. Bei der praktischen Durchführung des Tragkraftnachweises nach [1] beeinträchtigt insbesondere die Umwandlung der außermittigen belasteten Kreisfläche in ein Ersatzrechteck bei Einhaltung der Forderungen nach [2] durch die Verwendung aufwendiger, explizit nicht vorgegebener Algorithmen den zügigen Rechenablauf. Aus diesem Grund gibt es vielfältige Bestrebungen den Berechnungsablauf zu rationalisieren. Im folgenden wird dazu aufgrund von [4] eine Möglichkeit aufgezeigt.

# Herleitung des Lösungsschemas

Die vorgegebene Fundamentgrundrißfläche wird zunächst in eine gleich große Kreisfläche mit dem Radius r überführt. Danach erfolgt die Umwandlung in ein radialsymmetrisches doppeltes Kreissegment, siehe Abb. 1, mit dem Kraftangriffspunkt als Pol P.

Die so gefundene Vergleichsfläche wird durch ein äquivalentes Rechteck, mit welchem der Nachweis nach [1] erfolgt, ersetzt, wobei folgende geometrische Randbedingungen einzuhalten sind:

- Schwerpunkt Vergleichsfläche = Schwerpunkt Ersatzrechteck
- Hauptachsen beider Flächen müssen identisch sein
- Größe Vergleichsfläche = Größe Ersatzrechteck
- Das Verhältnis vom kleinsten zum größten Widerstandsmoment beider Flächen muß übereinstimmen.

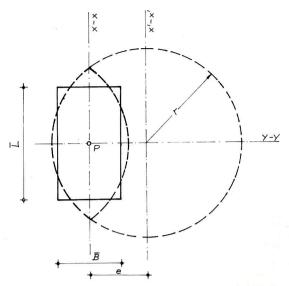


Abb. 1 Umwandlung der Kreisfläche in ein Ersatzrechteck

Mit den geometrischen Verhältnissen und Bezeichnungen nach Abb. 2 erhält man für die Segment-Teilfläche F<sub>1</sub> nach [5] mit Hilfe von [6] und den Größen

$$\hat{\alpha} = 2 \arccos(e/r)$$
 bzw.  $e = r \cos(\alpha/2)$  (1a)

$$s = 2\sqrt{r^2 - e^2}$$
 bzw.  $s = 2r \sin{(\alpha/2)}$  (1b)

$$h = r - e$$
 bzw.  $h = r\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)$  (1c)

für den Flächeninhalt  $F_1$ , den Schwerpunktabstand  $y_s$  sowie die Trägheitsmomente  $I_{1x'}$ ,  $I_{1x}$  und  $I_{1y}$ 

$$F_1 = \frac{r^2}{2} \left( \hat{\alpha} - \sin \alpha \right) \tag{2a}$$

$$y_{\rm S} = s^3/(12F_1) \tag{2b}$$

$$I_{1x'} = \frac{r^4}{8} (\hat{\alpha} - 1/2 \sin 2\alpha)$$
 (2c)

$$I_{1x} = I_{1x'} - F_1 y_S^2 + F_1 (y_S - e)^2$$
 (2d)

$$I_{1x} = \frac{r^4}{24} \left( 9\hat{\alpha} + 6\hat{\alpha}\cos\alpha - \sin\alpha\cos\alpha - 14\sin\alpha \right) \tag{2e}$$

$$I_{1y} = \frac{r^4}{24} \left( 3\hat{\alpha} + \sin \alpha \cos \varphi - 4 \sin \alpha \right) \tag{2f}$$

und damit für die Vergleichsfläche

$$F = r^2(\hat{\alpha} - \sin \alpha) \tag{3a}$$

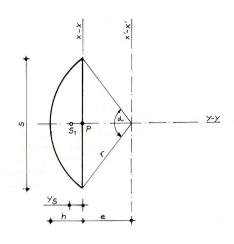
$$I_x = \frac{r^4}{12} (9\hat{\alpha} + 6\hat{\alpha} \cos \alpha - \sin \alpha \cos \alpha - 14 \sin \alpha)$$
 (3b)

$$I_{y} = \frac{r^{4}}{12} (3\hat{\alpha} + \sin \alpha \cos \alpha - 4 \sin \alpha)$$
 (3c)

$$W_{x} = \frac{I_{x}}{h} = \frac{r^{3}}{12\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right)}$$

$$\times (9\hat{\alpha} + 6\hat{\alpha}\cos\alpha - \sin\alpha\cos\alpha - 14\sin\alpha)$$
 (3)

$$W_{y} = \frac{2I_{y}}{s} = \frac{r^{3}}{12\sin{(\alpha/2)}} (3\hat{\alpha} + \sin{\alpha}\cos{\alpha} - 4\sin{\alpha}) \quad (3e)$$



Außermittigkeit MIN

Schwerpunkt der Segmentfläche Fi

Abb. 2 Geometrische Größen der Kreissegment-Teilfläche F<sub>1</sub>

sowie den Hilfswert  $n (n \le 1, 0)$ 

$$n = \frac{W_x}{W_y} = \cot \frac{\alpha}{4} \frac{9\hat{\alpha} + 6\hat{\alpha}\cos\alpha - \sin\alpha\cos\alpha - 14\sin\alpha}{3\hat{\alpha} + \sin\alpha\cos\alpha - 4\sin\alpha}$$
(3f)

#### 2. Rechenalgorithmus

Mit den Hilfswerten  $\hat{\alpha}$  nach Gl. (1 a) und n nach Gl. (3 f) sowie dem ermittelten Radius r der Kreisfläche ergibt sich unter Beachtung der folgenden Gleichungen

$$\bar{B}\bar{L} = r^2(\hat{\alpha} - \sin \alpha) \quad (3. \text{ geometr. Randbed.}) \tag{4a}$$

$$\bar{B}/\bar{L} = n$$
 (4. geometr. Randbed.) (4b)

für die Abmessungen  $\bar{B}$  und  $\bar{L}$  des Ersatzrechteckes

$$L = r \sqrt{\frac{\hat{\alpha} - \sin \alpha}{n}} \tag{5a}$$

$$\bar{B} = r\sqrt{n(\hat{\alpha} - \sin \alpha)} \tag{5b}$$

Damit liegt für alle baupraktisch vorkommenden Fundamentgrundrißflächen ein einfach zu handhabender und rationeller Rechenalgorithmus für den Grundbruchnachweis vor.

#### Literatur

- [1] TGL 111 64 Bl. 2: Erdstatische Berechnungsverfahren, Tragkraft von Flächenfundamenten. Ausgabe Oktober 1972. [2] Kriegel, H.-J.; Wendt, D.: Erdstatische Berechnungsverfahren – Erläuterungen
- und Hinweise zu TGL 11464. Schriftenreihe der Bauforschung Reihe Ingenieur- und Tiefbau Nr. 46. Bauinformation der DDR Berlin 1973.
- [3] Vorschrift 62/81 der StBA: Einfluß benachbarter Flächenfundamente.
   [4] Küchler, B.: NV 229/77 im RFZ Berlin "Ermittlung der Ersatzrechteckfläche beim Grundbruchnachweis kreisförmiger Fundamente mit mittiger und außermittiger Belastung" einschließlich bauaufsichtlicher Freigabeprüfung vom 28. 4.
- [5] Herausgeber Mlosch, P.: Betontaschenbuch Band II, VEB Verlag für Bauwesen Berlin 1968, 3. Auflage.
- [6] Autorenkollektiv: Kleine Enzyklopädie Mathematik. VEB Bibliographisches Institut Leipzig 1965, 1. Auflage.

TA 1546

# UKW-Ballempfänger HE 7500

RAINER POHL, Deutsche Post, Rundfunk- und Fernsehtechnisches Zentralamt

## 0. Einleitung

Zur Sicherung einer Modulationsreserve bzw. zur Modulationsversorgung für Hörrundfunksender werden UKW-Ballempfänger benötigt. Dieses Gerät empfängt innerhalb des Versorgungsbereiches eines UKW-Hörrundfunksenders die von diesem abgestrahlten hochfrequenten Mono- oder Stereo-Hörrundfunksignale, die verstärkt und demoduliert werden. Das NF-Ausgangssignal des Ballempfängers kann dann als Modulationssignal eines weiteren Hörrundfunksenders verwendet oder auch für Meß- und Überwachungsaufgaben ausgewertet werden.

Seinem Einsatzzweck entsprechend muß der Ballempfänger hohen technischen Forderungen bzgl. seiner Qualitätsparameter und Stabilität genügen und darüber hinaus eine große Zuverlässigkeit aufweisen und wartungsfreundlich aufgebaut sein.

Als wesentliche Neuheiten, die die Qualitätsverbesserung des HE 7500 gegenüber den älteren im Funkwesen der DP eingesetzten Geräten begründen, wären zu nennen:

- Einsatz eines Synthesizer-Oszillators mit PLL-Schleife. Damit wird es möglich, das Gerät ohne weitere Meßmittel auf jede Frequenz im UKW-Bereich quarzstabil einzustellen.
- Aufbau des Gerätes in EGS-Bauweise mit auswechselbaren Baugruppen- in Leiterplattentechnik. Dadurch werden zum einen die Wartungsarbeiten erleichtert und zum anderen kann das Gerät durch Austausch einzelner Baugruppen erforderlichenfalls dem jeweils neuesten technischen Stand angepaßt werden.
- Durch die Verwendung von kurzschlußfesten Endstufen und eines kurzschlußsicheren Netzteils wird eine Erhöhung der Zuverlässigkeit erreicht.

## 1. Technische Konzeption

#### 1.1. Konstruktiver Aufbau

Der UKW-Ballempfänger ist in EGS-Bauweise konzipiert und besteht aus neun Baugruppen, die in einem Baugruppeneinschub der Größe  $480\times120\times240~\text{mm}^3~(B\times H\times T)$  untergebracht sind und leicht ausgewechselt werden können. Der Baugruppeneinschub besitzt einen Verdrahtungsrahmen in der 1. Steckerebene zur Herstellung der elektrischen Verbindungen zwischen den einzelnen Baugruppen und einen Rahmen für Steckverbinderteile der 2. Steckerebene zum Anschluß des Gerätes. Er kann in einem Gestell untergebracht oder bei Bedarf mit einem eigenen Kastengehäuse geliefert werden.

Abb. 1 zeigt eine Ansicht des Gerätes mit dem Kastengehäuse. Man erkennt die einzelnen Einschübe in der Reihenfolge von links nach rechts, die jeweils folgende Funktionsgruppen enthalten:

- Synchronisation (Breite 30 mm):

Frequenzteiler, Phasenvergleich, LED-Anzeige für eingerasteten Oszillator und Einsteller für  $\Delta \varphi = 0$ .

- Oszillator (Breite 30 mm):

Quarz-Oszillator mit Verdreifacher, UKW-Oszillator, Mischstufe für Frequenzsynthese, UKW-Eingangsbandpaß.

- HF-Teil (Breite 80 mm):

PIN-Diodenregler, HF-Vorstufe, 1. ZF-Filter, Kanalwahlschalter.

- ZF-Teil (Breite 60 mm):

ZF-Verstärker, ZF-Bandfilter, Demodulator, Feldstärkeanzeige sowie Schwellwertschalter mit Einsteller und LED-Anzeige der Schwellwertunterschreitung.

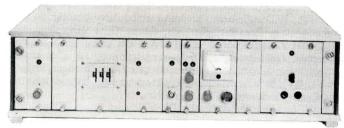


Abb. 1 UKW-Ballempfänger HE 7500

- Pilotauswertung (Breite 30 mm):

Pilotverstärker mit Gleichrichtung und LED-Anzeige, 53-kHz-Tiefpaß, Breitbandendstufe, MPX-Kontrollausgang.

- 15-kHz-Tiefpaß (Breite 30 mm):

15-kHz-Tiefpaß, Mono-Endstufe, Schalter für Tiefpaß und Deemphasis, LED-Anzeige der TP-Schaltung, Pegeleinsteller.

- MPX-Endstufen (Breite 60 mm):

MPX-Endstufen, Ausgangsübertrager der Mono-Endstufe, Mono-Kontrollausgang, Meßinstrument mit Umschalter.

- Regelteil (Breite 40 mm):

Stabilisierungsschaltungen für die einzelnen Betriebsspannungen.

- Netzteil (Breite 100 mm):

Netztransformator, Gleichrichterschaltungen, Netzschalter, Sicherungen und LED-Betriebsanzeige.

An der Frontseite des Gerätes befinden sich folgende Einsteller und Schalter:

- Kanalwahlschalter zur Wahl der Empfangsfrequenz, wobei sich die einzustellende Kanalzahl n aus der Empfangsfrequenz  $f_e$  wie folgt ergibt:

$$n = (f_{e/MHz} - 87,55) \cdot 20$$

- NF-Pegeleinsteller mit einem Einstellbereich von  $\pm 3$  dB (bezogen auf + 6 dBm).
- Einsteller für  $\varDelta \varphi = 0$  bei eingerastetem Phasenregelkreis des Oszillators.
- Einsteller für einen Schwellwert der HF-Eingangsspannung, bei dessen Unterschreitung der NF-Signalweg des Empfängers gesperrt wird.
- Schalter für den 15-kHz-Tiefpaß. Damit kann der Tiefpaß entweder zwangsweise in den Mono- oder MPX-Signalweg eingeschaltet werden. In Stellung Automatik wird der Tiefpaß in Abhängigkeit vom Pilotträger geschaltet.

Während der Mono- und der MPX-Kontrollausgang sich an der Frontseite des Gerätes befinden, sind an der Rückseite des Baugruppeneinschubes in der 2. Steckerebene folgende Ein- und Ausgänge angebracht:

- HF-Eingang
- Linienausgang MPX-Signal
- Breitbandausgang
- Linienausgang Mono
- Anschlüsse für Fernsignalisierung von Pilotträger und Schwellwertunterschreitung
- Netzanschluß

#### 1.2. Schaltungskonzeption

Die Funktionsweise des UKW-Ballempfängers soll anhand des Blockschaltbildes Abb. 2 erläutert werden.

#### 1.2.1. HF-Teil

Das HF-Teil umfaßt die Funktionseinheiten:

- UKW-Bandpaß
- HF-Vorstufe mit PIN-Diodenregler
- Mischstufe mit 1. ZF-Bandfilter
- Synthesizer-Oszillator.

Der UKW-Bandpaß wird aus je einem Hoch- und Tiefpaßfilter gebildet und bewirkt für Frequenzen unterhalb von 65 MHz und oberhalb von 145 MHz eine Mindestdämpfung von 30 dB. Der Nutzfrequenzbereich 87,5 ... 104 MHz liegt dagegen im Durchlaßbereich des Filters. Seine Welligkeit ist kleiner als  $\pm 0,5$  dB.

Vor der HF-Vorstufe befindet sich der PIN-Diodenregler, der aus 3 PIN-Dioden besteht, die als  $\pi$ -Glied geschaltet sind. Die Dioden besitzen einen vom Steuerstrom abhängigen HF-Widerstand, so daß diese Anordnung als regelbares Dämpfungsglied arbeitet. Der Steuerstrom wird aus der im ZF-Verstärker gewonnenen feldstärkeabhängigen Spannung mit

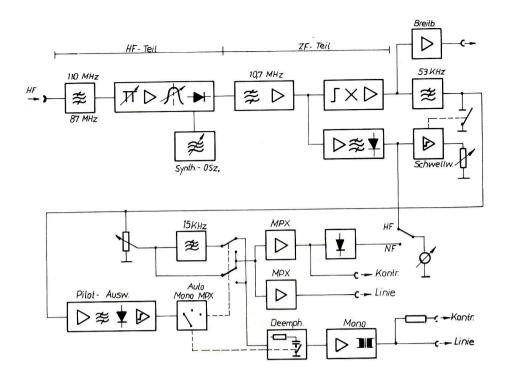


Abb. 2 Blockschaltbild des UKW-Ballempfängers

einer einstellbaren Regelschwelle gewonnen. Auf diese Weise können größere HF-Eingangsspannungen ( $U_e>10~\rm mV$ ) abgeschwächt werden, um ein gutes Großsignalverhältnis zu sichern und durch zu hohe Eingangssignale erzeugte Störempfangsstellen zu vermeiden.

Die HF-Vorstufe arbeitet in Basisschaltung, die Mischstufe wurde zur Verbesserung des Großsignalverhaltens als Gegentakt-Mischstufe aufgebaut, sie ist galvanisch an das 1. ZF-Filter angekoppelt. Auf dieses Filter folgt zur Entkopplung gegen den ZF-Verstärker eine Trennstufe in Kollektorbasisschaltung. Zur HF-Selektion werden ein abgestimmter HF-Vorkreis und ein Zwischenbandfilter verwendet, die wie der getrennte UKW-Oszillator mit jeweils zwei in Gegentakt geschalteten C-Dioden abgestimmt werden.

Die prinzipielle Arbeitsweise des Synthesizer-Oszillators soll durch das in Abb. 3 dargestellte Prinzipschaltbild verdeutlicht werden. Im Prinzip handelt es sich um einen spannungsgesteuerten Oszillator, dessen Ausgangssignal in einer Mischstufe in eine niedrigere Frequenzlage ( $f_{\rm max} < 20~{\rm MHz}$ ) umgesetzt wird, die von den TTL-Schaltkreisen verarbeitet werden kann. Dieses Signal wird dann einem programmierbaren Teiler zugeführt und gelangt anschließend zu einer Phasenvergleichsstufe.

Gleichzeitig wird aus einem Quarzoszillator, der auf der Frequenz  $39,4\,\mathrm{MHz}$  schwingt, über einen festen Frequenzteiler die Referenzfrequenz von  $12,5\,\mathrm{kHz}$  gewonnen, die ebenfalls an diese Phasenvergleichsstufe angelegt wird. Die Phasenvergleichsstufe gibt ein Impulsspektrum ab, bei dem die Impulsbreite proportional der Phasenabweichung zwischen den beiden Eingangssignalen ist. Über einen Tiefpaß und einen Gleichspannungsverstärker wird die Abstimmspannung für den Oszillator so nachgeregelt, daß seine Frequenz einrastet, d. h. bis die beiden Eingangsspannungen an der Phasenvergleichsstufe gleiche Frequenz und Phase aufweisen. Für die oben erwähnte Umsetzung der Oszillatorfrequenz wird eine durch Frequenzverdreifachung aus dem Ausgangssignal des Quarzoszillators gewonnene Spannung mit  $f=118,2\,\mathrm{MHz}$  verwendet.

Der programmierbare Teiler besteht aus einem Festteiler mit einem Teilverhältnis 4:1, wodurch sich ein Frequenzraster von 50 kHz ergibt und einem programmierbaren Teiler, der über den Kanalwahlschalter gesteuert wird. Die Steuerung des Teilverhältnisses erfolgt mit einer Gleichspannung, so daß sich eine geringe Störanfälligkeit ergibt. Die Einstellung der Frequenz des UKW-Oszillators und damit der Empfangsfrequenz erfolgt über diesen Kanalwahlschalter. Er ist dekadisch einstellbar und besitzt BCD-codierte Ausgänge. Die erforderlichen Teilverhältnisse und die Frequenz des Quarzoszillators wurden so gewählt, daß sich eine einfache Beziehung zwischen der Einstellung "n"

des Kanalwahlschalters und der Empfangsfrequenz  $f_e$  ergibt. Es gilt:

$$f_a = (87,55 + n \cdot 0.05) \text{ MHz}$$

Mit den Einstellungen n=0 bis n=329 wird dadurch der Empfangsfrequenzbereich von 87,55 ... 104 MHz überdeckt.

1.2.2. ZF-Teil

Das ZF-Teil umfaßt die Funktionsgruppen:

- ZF-Verstärker mit Selektionsmitteln
- FM-Demodulator
- Feldstärkeanzeige
- Schwellwertschalter
- NF-Vorverstärker.

Der eigentliche ZF-Verstärker besteht aus zwei Transistoren und dem Verstärkerteil der integrierten Schaltung A 220 D. Dieser IC enthält einen 8-stufigen symmetrischen Breitbandverstärker und einen Quadraturdemolulator.

Die Selektion wird durch drei 4-Kreis-Bandfilter bewirkt. Es wurden 4- und 6-kreisige Kopplungsfilter mit verschiedenen Polstellenverteilungen des Übertragungsfaktors bzgl. der resultierenden Selektion und Gruppenlaufzeit berechnet und unter den verschiedenen Variationen ein 4-Kreis-Filter ausgewählt, das einen günstigen Kompromiß zwischen guten Selektionseigenschaften und optimaler Ebnung des Gruppenlaufzeitverlaufes ergab. Ein möglichst ebener Gruppenlaufzeitverlauf ist wichtig zur Erzielung guter Stereo-Übertragungseigenschaften. Diese Bandfilter wurden mit kapazitiver Fußpunktkopplung realisiert. Zwischen zwei Bandfiltern befindet sich jeweils eine Transistorstufe zum Ausgleich der Bandfilterdämpfung und der Verluste durch die Ankopplung über kapazitive Spannungsteiler. Die aus dieser Anordnung insgesamt resultierende 3-dB-Bandbreite liegt bei etwa 180 kHz, während die statische 300-kHz-Selektion etwa 85 dB beträgt.

Hinter dem letzten Bandfilter ist dann der integrierte Schaltkreis A 220 D angekoppelt, der die wesentliche Verstärkung und Begrenzung bewirkt. Der im A 220 D enthaltene Quadraturdemodulator benötigt zu seiner Funktion einen Phasenschieberkreis, dessen Güte wesentlich in die Demodulationseigenschaften eingeht. Auf der einen Seite steigt mit wachsender Güte zwar die NF-Ausgangsspannung an, aber andererseits auch der Klirrfaktor. Einen niedrigen Demodulationsklirrfaktor von k < 0.5% bei ausreichendem NF-Ausgangspegel läßt sich mit einem Einzelkreis jedoch praktisch nicht erzielen.

Da der Klirrfaktor von der Linearität des Phasenganges im Bereich der Resonanzfrequenz bestimmt wird, wurde ein 2-Kreis-Bandfilter als Phasenschieberkreis verwendet. Untersucht man für ein zweikreisiges

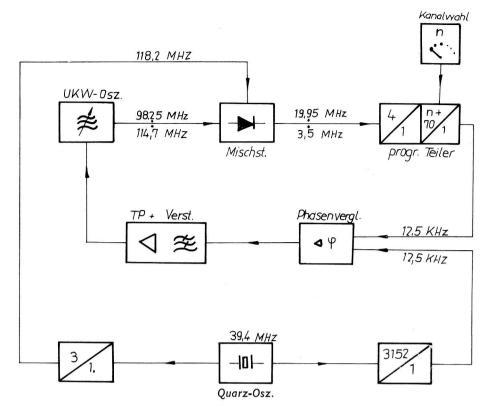


Abb. 3 Prinzipschaltbild des Synthesizer-Oszillators

Kopplungsfilter den Phasengang des Primärkreises, so stellt man fest, daß sich eine optimale Linearisierung bei einer relativen Kopplung von  $x \approx 0.38$  ergibt. Dieser Wert wurde auch im vorliegenden Fall zugrunde gelegt und durch symmetrische kapazitive Kopfkopplung der beiden Kreise realisiert.

Parallel zum A 220 D wird aus dem letzten Bandfilter noch eine zweite Spannung für einen A 281 D ausgekoppelt. Dieser Schaltkreis bildet einen ZF-Verstärker, der in unserem Fall zur Feldstärkeanzeige benutzt wird. Seine Ausgangsspannung wird zwei Gleichrichterschaltungen zugeführt, wobei die erste eine Verstärkungsregelung des Schaltkreises bewirkt. Dadurch läßt sich eine über den Bereich von 3 ... 4 Dekaden nahezu logarithmischer Verlauf der Feldstärkeanzeige erreichen.

In einer weiteren Gleichrichterschaltung, die mit Spannungsverdopplung arbeitet, wird eine vom HF-Eingangssignal abhängige Gleichspannung gewonnen und über ein Siebglied einer Kollektorbasisstufe zugeführt. Vom Emitter dieses Transistors wird zum einen die Spannung für die Feldstärkemessung abgenommen und zum anderen die Schaltspannung für den Schwellwertschalter.

Der Schwellwertschalter hat die Aufgabe, das Ausgangssignal bei Ausfall des empfangenen Senders abzuschalten, um zu verhindern, daß ein evtl. auf dem gleichen Kanal arbeitender Fremdsender empfangen wird. Ausgewertet wird dabei der entstehende Feldstärkeabfall, da davon ausgegangen werden kann, daß der Fremdsender in der Feldstärke mindestens 20 dB unterhalb der des Nutzsenders liegt. Dazu wird die erwähnte feldstärkeabhängige Schaltspannung einer mit einem Operationsverstärker arbeitenden Komparatorschaltung zugeführt. Als Referenzspannung wird eine von außen einstellbare Gleichspannung verwendet. Unterschreitet die Schaltspannung diesen Referenzpegel, so springt die Ausgangsspannung des Komparators auf einen positiven Wert und schaltet einen Transistor durch, in dessen Kollektorkreis zwei Reedrelais mit Arbeitskontakten und eine Leuchtdiode liegen. Während die Leuchtdiode an der Frontplatte des Gerätes das Ansprechen des Schwellwertschalters und damit den Ausfall des Nutzsenders signalisiert, schließt einer der beiden Arbeitskontakte das NF-Signal kurz. Der andere Kontakt kann zur Fernsignalisierung herangezogen werden. Der NF-Vorverstärker besteht aus einer Bootstrap-Stufe, die mit ihrem hochohmigen Eingang eine sehr geringe Belastung des FM-Demodulators gewährleistet und gleichzeitig eine Verstärkung von etwa 10 dB bewirkt. Eine nachfolgende Kollektorbasisstufe sichert einen niederohmigen Quellwiderstand für das MPX-Signal zur Weiterleitung an die übrigen Baugruppen des Gerätes.

#### 1.2.3. Pilotauswertung

In dieser Baugruppe erfolgt die Auswertung des empfangenen Signals auf Vorhandensein eines Pilotträgers, d. h. ob ein Stereosignal vorliegt oder ein Monosignal.

Es werden zwei selektive Verstärkerstufen eingesetzt, die aus ieweils einem aktiven Bandpaß mit einer Bandmittenfrequenz von 19 kHz bestehen. Diese aktiven Bandpässe sind mit je einem Operationsverstärker realisiert. Dadurch entfallen jegliche Induktivitäten. Durch diese Anordnung erhält man insgesamt eine Verstärkung von etwa 20 dB für den Pilotträger, während sich bei 15 kHz eine Selektion von etwa 40 dB ergibt. Dadurch ist gewährleistet, daß Störungen aus dem Summenund Differenzsignal, die einen Mindestabstand von 4 kHz zum Pilotträger aufweisen, mit Sicherheit unterdrückt werden. Dem selektiven Verstärker folgt eine Gleichrichterschaltung, deren Ausgangsspannung einer Komparatorschaltung zugeführt wird. Diese schaltet einen nachfolgenden Transistor durch, wenn ein Pilotträger vorliegt. Im Kollektorkreis dieses Transistors liegen wiederum Reedrelais mit zwei Arbeitskontakten und eine Leuchtdiode. Während die Leuchtdiode das Vorhandensein eines Stereosignals an der Frontplatte signalisiert, wird der eine Arbeitskontakt zur Umschaltung des 15-kHz-Tiefpaßfilters herangezogen. Der andere Kontakt kann zur Fernsignalisierung Verwendung finden.

# 1.2.4. 53-kHz-Tiefpaß

Dieses Tiefpaßfilter weist ab  $f=100~\rm kHz$  eine Mindestdämpfung von 38 dB auf und soll verhindern, daß Signale, die außerhalb des Multiplexsignalspektrums liegen, vom nachfolgenden Stereodecoder ins Basisband umgesetzt werden und dort eine Störung erzeugen. Um keine Beeinflussung im Nutzsignalbereich zu erhalten, wurde die Grenzfrequenz auf  $f_g=60~\rm kHz$  gelegt. Bis zu dieser Frequenz ist die Schwankung im Durchlaßbereich kleiner als  $\pm 0,05~\rm dB$ . Das Filter selbst wird durch ein Cauer-Filter 5. Grades gebildet und enthält zwei Induktivitäten, die mit Schalenkernen aufgebaut sind.

Dem Filter ist ein aktiver Allpaß vorgeschaltet, mit dessen Hilfe ein gewisser Laufzeitausgleich über alles erfolgen kann. Weiterhin ist eine Verstärkerstufe mit einstellbarer Gegenkopplung für hohe Frequenzen zum Ausgleich eines Frequenzabfalls über alles eingesetzt. Dem Filter nachgeschaltet ist eine Kollektorbasisstufe, die gewährleistet, daß der Abschlußwiderstand des Filters nicht störend beeinflußt wird und zum Ausgang hin ein niedriger Quellwiderstand vorhanden ist.

#### 1.2.5. 15-kHz-Tiefpaß

Der 15-kHz-Tiefpaß kann wahlweise in den Mono- oder Multiplex (MPX)-Signalweg eingeschaltet werden. Im Normalbetrieb liegt er bei einem anliegenden Stereosignal im Mono-Signalweg, um dort die unerwünschten Stereokomponenten zu unterdrücken. Bei einem anliegenden Mono-Signal wird er automatisch in den MPX-Signalweg eingeschaltet.

Das Filter selbst wird durch ein Cauer-Filter 7. Ordnung gebildet und besitzt drei mit Schalenkernen aufgebaute Induktivitäten. Vor diesem Filter ist eine NF-Verstärkerstufe mit hochohmigem Eingang angeordnet, die die Filterdämpfung ausgleicht. Vor dieser Stufe befindet sich der NF-Pegeleinsteller, der eine Variation des Norm-NF-Pegels um  $\pm 3$  dB gestattet. Diesem Einsteller ist ein Relaiskontakt vorgeschaltet, der das Signal kurzschließt, wenn der im ZF-Teil eingestellte Schwellwert des HF-Eingangspegels unterschritten wird.

Vier Reedrelais bewirken die Einschaltung des 15-kHz-Tiefpaßfilters in den Mono- oder MPX-Signalweg. Die Umschaltung wird einmal automatisch durch die Pilotauswertung gesteuert und zum anderen durch einen an der Frontplatte befindlichen Wahlschalter. Dieser Schalter hat 3 Schaltstellungen mit folgenden Funktionen:

- Mono: Der 15-kHz-Tiefpaß ist in den Mono-Signalweg eingeschaltet, unabhängig davon, ob ein Mono- oder Stereo-Signal anliegt. Die Deemphasis vor der Mono-Endstufe ist eingeschaltet.
- Auto: Die Umschaltung des 15-kHz-Tiefpasses erfolgt automatisch vom Mono-Signalweg bei anliegendem Stereo-Signal in den MPX-Signalweg bei anliegendem Mono-Signal. Die Deemphasis vor der Mono-Endstufe ist eingeschaltet.
- MPX: Der 15-kHz-Tiefpaß ist in den MPX-Signalweg eingeschaltet, unabhängig davon, ob ein Mono- oder Stereo-Signal anliegt. Die Deemphasis vor der Mono-Endstufe ist für Meßzwecke abgeschaltet.

Durch 2 Leuchtdioden an der Frontplatte wird angezeigt, in welchen Signalweg der Tiefpaß eingeschaltet ist.

#### 1.2.6. Endstufen

Der UKW-Ballempfänger enthält folgende Endstufen:

- MPX-Endstufe Linienausgang
- MPX-Endstufe Kontrollausgang
- Breitbandendstufe
- Mono-Endstufe.

Die beiden MPX-Endstufen sind am Eingang parallel geschaltet und untereinander völlig identisch. Es wurde eine NF-Verstärkerschaltung für universellen Einsatz verwendet, die im vorliegenden Fall nur bzgl. des Frequenzganges leicht modifiziert werden mußte. Die Schaltung besteht aus drei galvanisch gekoppelten Stufen mit Gleichstromgegenkopplung und einem Emitterausgang. Ein- und Ausgang sind unsymmetrisch und bei einer Betriebsspannung von  $U_b = -20 \, \mathrm{V}$  beträgt der maximale Ausgangspegel +14 dBm bei einem Lastwiderstand von  $600 \, \Omega$ . Die maximale Verstärkung des gesamten Verstärkers beträgt 20 dB. Die Endstufen sind unempfindlich gegen Kurzschluß des Ausgangses.

Der MPX-Linienausgang ist an die Geräterückseite geführt, während der Kontrollausgang an der Frontplatte untergebracht ist.

Die Breitband-Endstufe weist die gleiche Schaltung auf die MPX-Endstufen. Dieser Signalweg bleibt unbeeinflußt von den Tiefpaßfiltern, dem NF-Pegelregler und der Schwellwertschaltung.

Die Mono-Endstufe besteht aus einem stark gegengekoppelten Operationsverstärker mit nachfolgender Kollektorbasisstufe.

Zur Realisierung des symmetrischen Ausganges ist der Mono-Endstufe ein Ausgangsübertrager nachgeschaltet. Der Kontrollausgang, der sich an der Frontplatte befindet, ist gegen den Linienausgang über Wiederstände entkoppelt. Am Eingang der Mono-Endstufe befindet sich das abschaltbare Deemphasisglied, das zur Einhaltung der Sollkurve einstellbar ist. Die Mono-Endstufe besitzt ebenfalls eine einstellbare maximale Verstärkung von 20 dB und läßt einen Ausgangspegel von +14 dBm zu.

# 1.2.7. Anzeigeschaltung

Im Gerät ist ein Meßinstrument zur Anzeige des HF-Eingangspegels und NF-Ausgangspegels vorhanden. Zur Anzeige des HF-Eingangspegels wird die im ZF-Teil gewonnene, dem HF-Pegel proportionale Gleichspannung verwendet, während der NF-Pegel über eine symmetrische Gleichrichterschaltung, die an den MPX-Kontrollausgang angeschlossen ist, angezeigt wird. Die Umschaltung erfolgt an der Frontplatte mit einem Meßstellenschalter.

#### 1.2.8. Netzteil

Vom Netzteil werden folgende Betriebsspannungen bereitgestellt.

 $U_1 = +29 \text{ V}$  $U_2 = +12 \text{ V}$  $U_3 = +5 \text{ V}$  $U_4 = -20 \text{ V}$  $U_5 = -12 \text{ V}$ 

Alle Spannungen sind durch integrierte Schaltungen stabilisiert. Das Netzteil ist kurzschlußfest, d. h. die Lastströme der einzelnen Regelstrecken können bestimmte Maximalwerte nicht überschreiten, da eine entsprechende Strombegrenzung vorgesehen wurde.

#### 2. Technische Parameter

Abschließend sollen die wesentlichen technischen Daten des UKW-Ballempfängers HE 7500 zusammengestellt werden:

#### 2.1. Ein- und Ausgangsparameter

Empfangsfrequenzbereich:  $\begin{array}{ll} f_e = 87,5 \dots 104 \ \mathrm{MHz} \\ & (\mathrm{einstellbar} \ \mathrm{in} \ 50 \cdot \mathrm{kHz} \cdot \mathrm{Schritten}) \\ HF-Eingangspegel: & U_e = 10 \ \mu\mathrm{V} \dots 100 \ \mathrm{mV} \\ Eingangswiderstand: & R_e = 50 \ \Omega \quad (\mathrm{unsymmetrisch}) \\ Netzanschluß: & U = 220 \ \mathrm{V} \ (-10\% \dots +5\%) \\ f = 50 \ \mathrm{Hz} \ P = 22 \ \mathrm{VA} \\ NF-Ausgangspegel: & +6 \ \mathrm{dBm} \ \mathrm{bei} \ \Delta F = 42 \ \mathrm{kHz} \\ \mathrm{an} \ R_a = 600 \ \Omega \\ Einstellbereich: & \pm 3 \ \mathrm{dB} \\ \end{array}$ 

# 2.2. Übertragungsparameter

Gleichkanal:

Nachbarkanal:

Geräuschbegrenzte Empfindlichkeit:  $\leq 10 \,\mu\text{V}$  an  $50 \,\Omega$ 

 $f = \pm 100 \text{ kHz}$ 

Selektionswerte:  $U_{\mathrm{st\delta r}}/U_{\mathrm{nutz}}$  für 54 dB Geräuschabstand am Mono-Ausgang bezogen auf Nutzsendermodulation mit  $f_n=1\,\mathrm{kHz}$  und  $\Delta F=42\,\mathrm{kHz}$  bei einer Störsendermodulation mit  $f_n=1\,\mathrm{kHz}$  und  $\Delta F=75\,\mathrm{kHz}$  mit  $U_{\mathrm{nutz}}=200\,\mathrm{\mu V}$ .

 $\geq -38 \text{ dB}$ 

 $f = \pm 200 \text{ kHz}$ 0 dB  $\geq$ 18 dB  $f = \pm 300 \text{ kHz}$  $\geq$  $f = \pm 400 \text{ kHz}$  $\geq$ 34 dB 40 dB  $\geq$  $f = \pm 600 \text{ kHz}$ 62 dB unbewertet  $\geq$ Störabstand Mono: 58 dB bewertet (Rf)  $U_e = 200 \,\mu\text{V}$ (gemessen mit MV 71 Effektivwert) 60 dB unbewertet Störabstand Stereo: 56 dB bewertet (Rf)

 $U_e = 2 \text{ mV}$   $\geq 56 \text{ dB bewertet (RI)}$  (gemessen über Koder/Dekoder mit MV 71 Effektiywert)

mit MV 71 Effektivwert) Klirrfaktor:  $\leq 0.5\%$  (40 Hz ... 5 kHz)

bei  $\Delta F = 75 \text{ kHz}$ Differenztonfaktor:  $d_2 \le 0.3 \% (5.6/7.2 \text{ kHz})$ bei  $\Delta F = 75 \text{ kHz}$   $d_3 \le 0.2 \% (4.2/6.8 \text{ kHz})$ 

bei  $\Delta F = 75 \text{ kHz}$   $d_3 \le 0,2\% (4,2/6,8 \text{ kHz})$ Übersprechdämpfung Stereo  $\ge 40 \text{ dB} (500 \text{ Hz} \dots 10 \text{ kHz})$ gemessen über Koder/Dekoder  $\ge 35 \text{ dB} (120 \text{ Hz} \dots 15 \text{ kHz})$ 

TA 1554

# Abschlußtagungen der Studienkommissionen des Internationalen Beratenden Ausschusses für das Funkwesen (CCIR)

Vom 17. 8. bis 3. 11. 1981 wurden in Genf die Abschlußtagungen der Studienkommissionen des CCIR durchgeführt.

Ein knapp vierjähriger Arbeitszyklus des CCIR mit Beratungen zu solchen Problemen des Funkwesens, für die weltweite Abstimmung notwendig oder nützlich erscheint, wurde mit der Ausarbeitung von Empfehlungsentwürfen zu technischen Fragen und Vorschlägen für künftige Arbeitsaufgaben soweit abgeschlossen, daß die XV. Vollversammlung des CCIR im Februar 1982 darüber beschließen kann.

Die nunmehr zu Ende gehende Arbeitsetappe, die mit der XIV. CCIR-Vollversammlung (Kyoto) begonnen hatte, war wesentlich durch die WARC 79 geprägt worden, da diese Weltfunkverwaltungskonferenz wesentliche Problemkreise herausgearbeitet hatte, vor deren Behandlung auf speziellen Funkverwaltungskonferenzen eine gründliche technische Vorbereitung durch die Studienkommissionen des CCIR notwendig ist.

An den Abschlußtagungen 1981 nahmen Delegationen des MPF teil. Die Schwerpunkte ihrer Mitarbeit waren zuvor in der Nationalen Koordinierungskommission des MPF für die Mitarbeit der DDR im CCIR beraten worden.

Nachfolgend wird über einige wichtige Ergebnisse berichtet. Auf eine umfassende Darlegung muß aus Platzgründen verzichtet werden. Die Tagungen der Studienkommissionen 2, 3 und CMV wurden nicht besucht.

#### Studienkommission 1

Schwerpunkt der Arbeit der SK 1, die sich mit der Ausnutzung des Funkfrequenzspektrums und Funkkontrolle befaßt, waren die Ergebnisse der IWP 1/2 "Anwendung der EDV bei der Spektrumsverwaltung und IWP 1/3 "Künftige Aufgaben der SK 1".

Die IWP 1/2 stellte fest, daß der Bericht AF/1 (Mod I) mit den hinzugefügten Änderungen in Anlage 1 die Grundlage für ein CCIR-Handbuch "Spektrumsverwaltung und Computertechnik" bildet und eine gute Grundlage für eine Serie von Seminaren des CCIR zur Unterstützung der Verwaltungen bei der effektiven Arbeit der Frequenzspektrumsverwaltung sein kann.

 $\dot{D}$ ie IWP 1/3 brachte mit Dok. 1/255 das Ergebnis ihrer Arbeit der SK 1 zur Kenntnis.

Für die künftige Arbeit der SK 1 wurden folgende Prioritäten vorgeschlagen:

- 1. Erreichbare Charakteristiken von Funkanlagen
- 2. Meßtechnik und Meßmethoden für die Parameter gemäß Punkt 1
- 3. Frequenzzulassungsverfahren
- 4. Kontrolltechniken und -verfahren
- 5. Technische Funkstörungen

Die  $IWP\ 1/4$  "Grenzwerte der Ausstrahlung von ISM-Anlagen" brachte Zwischenergebnisse ihrer Arbeit zur Kenntnis. Die Arbeit dieser IWP ist gekennzeichnet durch eine enge Zusammenarbeit mit CISPR und IEC.

Für die Überarbeitung des CCIR-Handbuches für Funkkontrollstationen wurde entschieden, eine neue IWP zu gründen. Zur Mitarbeit wurden besonders die bisherigen Verfasser der einzelnen Kapitel aufgefordert. Aus der Arbeit der übrigen Arbeitsgruppen sind die folgenden Ergebnisse besonders erwähnenswert:

Im Bericht AY/1 zur "Spektrumsverwaltung und Computertechnik" werden im Prinzip die Hauptpunkte der Ergebnisse der IWP 1/2 dargestellt.

In der Tabelle II wird eine Übersicht über die bei einzelnen Ländern bzw. beim ITU angewandten EDV-Verfahren für Frequenzplanungszwecke gegeben.

Bericht BB/1 befaßt sich mit Methoden zur Senkung von Störeinflüssen in Richtfunksystemen durch Anbringen von mechanischen Schirmen an Richtfunkantennen zur Ausblendung bzw. Abschirmung der unerwünschten Empfangsrichtung.

Auf dem Gebiet "Terminologie, Klassifizierung und Bestimmung von Aussendungen" waren Überarbeitungen der Empfehlung 328-4 "Spek-

trum und Bandbreite von Aussendungen" sowie der Empfehlung 326-3 "Leistung von Funksendeanlagen" die Hauptergebnisse.

In einer Arbeitsgruppe, die sich mit "Spezifikation und Messung von Aussendungen" befaßt, wurden besonders Fragen der Technik von Frequenzsynthesizerempfängern, der Intermodulationseigenschaften, Bandbreitenprobleme und unerwünschte Aussendungen behandelt.

Im Komplex "Frequenzkontrolle" stand die Überarbeitung des Berichtes 372-2 zu Methoden der Richtungsbestimmung in Funkkontrollstationen sowie die automatische Kontrolle der Messung des Frequenzspektrums im Vordergrund.

In einer Arbeitsgruppe "Rauschen, ISM, Blitzeinwirkungen" standen neben Fragen, die zum Komplex der IWP 1/4 gehörten, besonders die Probleme der Beeinflussung der Anlagen durch Blitzeinwirkung im Mittelpunkt der Diskussion.

#### Studienkommission 4

Die Studienkommission 4 befaßt sich mit Problemen des Festen Satellitenfunkdienstes.

Ihr lagen mehr als 100 Länderbeiträge zur Bearbeitung vor. Außerdem war der sehr umfangreiche Bericht der Zeitweiligen Arbeitsgruppe IWP 4/1 zu behandeln, der in Vorbereitung der Weltfunkverwaltungskonferenz für die effektive Nutzung der geostationären Umlaufbahn WARC ORB-85 ausgearbeitet worden ist. Zu den Problemkreisen, die sich in einer größeren Anzahl von Eingangsdokumenten widerspiegelten, ist die Vorbereitung der bevorstehenden Funkverwaltungskonferenz für die Planung des Satellitenrundfunks in der Region 2 (RARC SAT-R 2, Nord- und Südamerika) zu rechnen.

Zu den Ergebnissen der Arbeitsgruppe "Systemfragen" gehört die teilweise Überarbeitung der Empfehlungen 353-3 "Zulässige Rauschleistung im hypothetischen Bezugskreis für FDM-Multiplex-Fernsprechen", 464 "Preemphasis-Eigenschaften für FM/FDM-Fernsprechen", 522 "Zulässige Bitfehlerrate im digitalen hypothetischen Bezugskreis für PCM-Fernsprechen" und des Empfehlungsentwurfs AA/4 "Verfügbarkeit im hypothetischen Bezugskreis für Fernsprechverkehr".

In Auswertung von Beiträgen aus mehreren Ländern entstand ein neuer Bericht AM/4, der die speziellen Fragen der Technik und des Betriebes von Erdefunkstellen und Systemen mit niedriger Übertragungskapazität untersucht.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Nutzung der Frequenzbereiche > 10 GHz für den Festen Satellitenfunkdienst haben zu einer teilweisen Überarbeitung des Berichtes 552-1 geführt. Die hierbei auftretenden speziellen Probleme des "Site-Diversity"-Betriebes, der Leistungskontrolle in der Aufwärtsstrecke sowie der Anforderungen an Antennensysteme für diese Frequenzbereiche sind in entsprechenden Anhängen zum Bericht eingehend behandelt worden.

In der Arbeitsgruppe "Antennen, Erdefunkstellen und Basisbandeigenschaften" wurde eine neue Empfehlung (AQ/4) erarbeitet, in der die Anforderungen an Strahlungsdiagramme für künftig zu entwickelnde Antennen von Erdefunkstellen enthalten sind. Über den Zeitpunkt der Einführung dieser Empfehlung bestand noch keine einheitliche Auffassung; mehrere Länder sprachen sich für 1986 aus.

Neu entstanden ist der Bericht AL/4, in dem ein Überblick über geeignete Verfahren zur Unterdrückung von äußeren Störstrahlungen in Erdefunkstellen des Festen Satellitenfunkdienstes gegeben wird.

Die Berichte 390-3, 391-3, 555-1, 558-1, 709 und AB/4, in denen spezielle Eigenschaften von Antennen für Erdefunkstellen und Satelliten im Festen Satellitenfunkdienst behandelt werden, wurden durch neue Untersuchungsergebnisse aus Länderbeiträgen ergänzt. Ebenfalls ergänzt wurde Bericht 553-1 zu Fragen des Betriebes und der Wartung von Erdefunkstellen, u. a. wird über Erfahrungen beim unbemannten Betrieb von Erdefunkstellen mittels rechnergestützter Überwachungssysteme berichtet.

In der Arbeitsgruppe "Kompatibilität zwischen Systemen des Festen Satellitendienstes" standen Probleme im Zusammenhang mit der effektiveren Nutzung der geostationären Umlaufbahn im Mittelpunkt

des Interesses. Zahlreiche Länderbeiträge führten zur Überarbeitung von Empfehlungen (466-2, 523 und 524) und Berichten. Die Berichte 710 und AD/4, in denen die Anteile der Störleistungen in digitalen bzw. analogen Systemen des Festen Satellitenfunkdienstes oberhalb 10 GHz untersucht werden, bilden bereits eine gute Grundlage für künftige Empfehlungen. Neu sind die Berichte AJ/4 zu Methoden der technischen Koordinierung für Nachrichtensatellitensysteme und AM/4 zur Berechnung der äquivalenten Rauschtemperatur und des Übertragungsgewinns von Satellitenverbindungen.

In einer weiteren Arbeitsgruppe wurden die Kompatibilitätsprobleme mit anderen Satellitenfunkdiensten behandelt.

Die Untersuchungsergebnisse über die Anforderungen an Zubringerstrecken für Systeme des Satellitenfunks (feeder links) haben in der Überarbeitung des Berichtes 561-1 ihren Niederschlag gefunden. Es entstanden weiterhin 2 neue Berichte zu Fragen des Frequenzsharings zwischen Intersatellitenverbindungen und Navigationsfunkdienst im 33-GHz-Bereich (AP/4) sowie des gegenseitigen Schutzes zwischen Festem Satellitenfunkdienst und Rundfunksatellitendiensten in benachbarten Regionen (AK/4).

In einer gemeinsamen Arbeitsgruppe 4-9 wurden die Kompatibilitätsprobleme zwischen Systemen des Festen Satellitenfunkdienstes und terrestrischen Systemen des Festen Funkdienstes untersucht. Hervorzuheben ist die Überarbeitung des Berichtes 382-3 über die Bestimmung des Koordinierungsgebietes für Erdefunkstellen.

Bericht 209-3 zu Fragen des Frequenz-Sharings zwischen terrestrischen und kosmischen Systemen des Festen Funkdienstes wurde durch einen Anhang ergänzt, in dem die Ergebnisse einer speziellen Untersuchung zur Aufwandsoptimierung zwischen einer terrestrischen Richtfunkstrecke und einer Erdefunkstelle im Festen Satellitenfunkdienst dargelegt werden.

# Studienkommission 5

Die SK 5 befaßt sich mit Fragen der Ausbreitung von Funkwellen (einschließlich Rauschen) längs der Erdoberfläche, in nicht ionisierten Schichten der Erdatmosphäre sowie - wenn der Effekt der Ionisation vernachlässigbar ist - im Raum mit dem Ziel der Verbesserung der Funkverbindungen.

Mit dem Vorschlag zur Neuaufnahme eines Berichtes AA/5 "Kriterien zur Ermittlung der elektrischen Eigenschaften der Erdoberfläche" wurden u. a. Voraussetzungen für die Anwendung einheitlicher Meßverfahren für die Bestimmung der Bodenleitfähigkeit geschaffen, was nicht zuletzt dem vorzubereitenden Weltatlas der Bodenleitfähigkeiten (Bericht 717) zugute kommen dürfte. Dieser soll entsprechend Resolution AD/5 als Separatum erscheinen und spätestens zur XVI. Vollversammlung des CCIR verfügbar sein.

Der Bericht 563 "Radiometereologische Daten" konnte vornehmlich durch die Aufnahme von Weltkarten der Regenintensitätsverteilung ergänzt werden. Im Bericht 718 "Einfluß der troposphärischen Brechung auf die Wellenausbreitung fanden detaillierte Aussagen zur Ductausbreitung Berücksichtigung, während der Einfluß kleiner räumlicher und zeitlicher Brechungsänderungen auf die Wellenausbreitung (bisher Bericht 718) in einem neuen Bericht AL/5 zusammengefaßt wurde. Neuaufgenommen wurden weiter Bericht AC/5 "Niederschlags-Scatter" sowie Bericht AG/5 Dämpfung von sichtbarer und Infrarotstrahlung". Als Ergebnis der Erörterung des Ausbreitungsmechanismus sowie des frequenzabhängigen Einflusses der Dämpfungsfaktoren erfolgte eine Wertung der Einsatzmöglichkeiten dieser Frequenzen für unterschiedliche Anwendungsgebiete.

Besondere Bedeutung ist in Anbetracht der bevorstehenden "Regionalen Verwaltungskonferenz für den FM Hörrundfunk im VHF-Bereich (Region I)" der Empfehlung 370 "VHF und UHF-Ausbreitungskurven für den Frequenzbereich von 30 ... 1000 MHz, Rundfunkdienste" beizumessen. Redaktionelle Überarbeitung führte zu einer Straffung der Aussagen, substantielle Änderungen erfolgten jedoch nicht. Der zugehörige Bericht 239 "Ausbreitungsstatistik für Rundfunkdienste im Frequenzbereich 30 ... 1000 MHz erfuhr Ergänzungen durch Einbeziehung weiterer Meßergebnisse sowie bezüglich der Bewertung der Geländerauhigkeit und der Höhenabhängigkeit der Feldstärke. Im Bericht 565 "Ausbreitungsdaten für Satellitenrundfunk" wurden die unterschiedlichen Komponenten der Streckendämpfung einschließlich des Einflusses der Bebauung berücksichtigt.

Die hohe Zahl der zur Untersuchung der Ausbreitungsverhältnisse an Weltraumfunkverbindungen, deren wechselseitiger Interferenz sowie deren Interferenz mit terrestrischen Strecken eingegangenen Dokumente belegt überzeugend die wachsende Bedeutung die diesem Fragenkomplex beizumessen ist. So nehmen allein 31 Dokumente auf Bericht 564 "Ausbreitungsdaten für Weltraumfunkverbindungen" Bezug. Die Fülle des berücksichtigten Materials erlaubt eine zunehmend sichere Beurteilung dieser Funkverbindungen. Gleiches gilt im Hinblick auf Interferenzeinflüsse (Bericht 569 "Abschätzung der Ausbreitungsfaktoren für Interferenzprobleme bei Frequenzen oberhalb 0,6 GHz"). Eine Beurteilung von Interferenzbeeinflussungen zwischen Weltraumund Bodenstationen ermöglicht schließlich der neuaufgenommene Bericht AH/5. Umfangreiche Untersuchungen an terrestrischen Richtfunkstrecken erfassen zunehmend höhere Frequenzbereiche und berücksichtigen in stärkerem Maße Forderungen aus digitalen Systemen. Ergebnisse finden ihren Niederschlag vorrangig im Bericht 338 "Ausbreitungsdaten für Strecken im Bereich der optischen Sicht".

#### Studienkommission 6

Das Aufgabengebiet der SK 6 beinhaltet Untersuchungen zur Ausbreitung von Funkwellen in der Ionosphäre und in ionisierten Zonen unterhalb der Ionosphäre sowie über die Parameter des dabei auftretenden Rauschens mit dem Ziel der Verbesserung der Funkverbindungen. Besondere Beachtung verdient der Bericht AP/6 der Zeitweiligen Arbeitsgruppe 6/12 betreffend "Ausbreitungsvorhersagen zur Anwendung auf der Planungskonferenz für den Kurzwellenhörrundfunk" (WARC HF-BC). Er ist im Ergebnis von 81 durch die mitarbeitenden Nachrichtenverwaltungen und Institutionen eingereichten Dokumenten entstanden. Das vorgesehene Verfahren basiert bis zu Übertragungsentfernungen von etwa 7000 km auf den Berichten 252-2 sowie der Ergänzung zum Bericht 252-2 und für größere Entfernungen auf einer vom FTZ Darmstadt entwickelte empirischen Vorhersagemethode.

Neben Bericht AP/6 wurden sieben weitere Berichte neu aufgenommen. Für die Beurteilung von Ausbreitungsvorgängen im KW-Wellen-Bereich sind von besonderer Bedeutung

Bericht AH/6 "Bedeutung der Strahlungscharakteristik für Analyse und Vorherbestimmung von Raumwellenausbreitungswegen"

Bericht AC/6 "Kurzzeit-Vorhersage der MUF"

Bericht AA/6, "Spezielle Eigenschaften der Ionosphäre in hohen Breiten und ihr Einfluß auf Funkverbindungen."

Weiter ist hinzuweisen auf

Bericht AD/6 "Solar-Leistungssatelliten und Ionosphäre"

Unter Bezugnahme auf Bericht 672 (SK 2) wird der Einfluß von Solar-Leistungssatelliten (ERP 5-10 GW, f = 2,45 GHz) auf die Ionosphäre und die daraus abzuleitende Beeinflussung terrestrischer Dienste erörtert. Zunächst handelt es sich um qualitative Aussagen, die die prinzipiell zu erwartenden Einflüsse aufzeigen und in der Folgezeit weiter präzisiert werden sollen.

#### Studienkommission 7

Die SK 7 befaßt sich mit der Koordinierung der Normalfrequenzund Zeitzeichendienste auf weltweiter Basis sowie der Untersuchung der technischen Aspekte der Aussendung und des Empfangs, einschließlich der Nutzung der Satellitentechnik für diese Dienste. Ferner werden Möglichkeiten untersucht, die Meßgenauigkeit zu verbessern. Die Schwerpunkte der SK 7 lagen auf folgenden Gebieten:

- Verfahren zur Zeit- und Normalfrequenzübertragung unter besonderer Berücksichtigung der Satellitentechnik,
- Qualitäts- und Zuverlässigkeitsfragen bei Frequenznormalen unter besonderer Brücksichtigung der Anforderungen der digitalen Nachrichtensysteme hoher Bitraten,
- Verbesserung der Primärnormale der Zeit und Frequenz,
- Berücksichtigung relativistischer Effekte bei der Koordinierung von Zeitskalen.

Die wichtigsten fachlichen Erkenntnisse sind:

Zur Reduzierung der Meßunsicherheit bei Zeitvergleichen über große Entfernungen werden zunehmend Satellitenverfahren genutzt. Die Verwendung von Satelliten zur Zeitzeichenaussendung zeichnet sich ab (Bericht 518-2).

In steigendem Maße werden primäre Cs-Frequenznormale extremer Genauigkeit ( $<1\cdot10^{-13}$ ) kontinuierlich betrieben. Sie dienen als,,primäre" Uhr und bewirken eine Verbesserung der Weltzeitskalen TAI und UTC (Bericht 364-3). Zur Koordinierung dieser Zeitskalen auf diesem Genauigkeitsniveau ist die Anwendung einer relativistischen Korrektur erforderlich (Bericht 439-2)

Der Zuverlässigkeit und den Stabilitätsparametern von Referenznormalen der Frequenz wird im Zusammenhang mit der Entwicklung der digitalen Nachrichtentechnik noch größere Bedeutung zufallen als bisher (Bericht AC/7).

Insgesamt wurden auf der Abschlußtagung der SK 7 61 Dokumente, die von 12 Ländern und dem CCIR-Sekretariat eingereicht wurden, behandelt und in 13 Berichte, 3 Empfehlungen sowie 4 weitere Dokumente eingearbeitet.

#### Studienkommission 8

Die SK 8 befaßt sich mit den Aspekten der Technik der Systeme und des Betriebes der beweglichen Landfunk-, Flugfunk-, Seefunk- und Ortungsfunkdienste. Die Nutzung von Satelliten für die beweglichen Funkdienste wird dabei eingeschlossen.

Des weiteren werden Probleme der Technik und des Betriebes von Amateurfunkdiensten behandelt.

Große Aufmerksamkeit wurde der Vorbereitung der Weltfunkverwaltungskonferenz für bewegliche Funkdienste (1983) gewidmet.

Nach wie vor liegt der Schwerpunkt der Aktivitäten der SK 8 auf dem Seefunkdienst.

Zur Rationalisierung des Telegrafiefunkverkehrs werden zunehmend automatisierte Fernschreibtelegrafiegeräte eingesetzt. Die Empfehlung 492-1 reglementiert das Betriebsverfahren beim ARQ- und FEC-Betrieb und wurde durch Zusätze, die den Ablauf der Verbindungen zwischen Küstenfunkstellen und Seefunkstellen und umgekehrt vorschreibt, überarbeitet und erweitert.

Die Empfehlung 476-2, die die technischen Merkmale für Fernschreibtelegrafie-Geräte im beweglichen Seefunkdienst enthält, die für den Fernschreibverkehr ein Fehlererkennungs- und Fehlerkorrekturgerät benutzen, wurde überarbeitet. Ein besonderes Problem bildete dabei die Wiedereinphasungsmethode des Gerätesystems im Falle der Unterbrechung, wenn die "Slave"-Funkstelle in der ISS-Lage (Informationssendestelle) ist.

Im Ergebnis der Beratungen wurde ein Kompromiß dahingehend erreicht, daß die in ISS-Lage befindliche "Slave"-Funkstelle nach Empfang der Rufblöcke entweder

- Steuerzeichen 3 oder
- Steuerzeichen 1 oder 2

sendet

Damit in unmittelbarem Zusammenhang stehend erfolgte die Überarbeitung des Berichtes 585 "Einführung von Fernschreibtelegrafiegeräten im beweglichen Seefunkdienst" und der Studienfrage 5-2/8.

Da die Probleme der automatischen Ausstrahlung von Kennungen sowie der dazugehörigen technischen Charakteristiken und Betriebsbedingungen einschließlich der Kompatibilität mit dem Landesfernsprechnetz noch nicht geklärt sind, wurde zur Lösung dieser umfangreichen Thematik die Zeitweilige Arbeitsgruppe *IWP 8/11* gegründet. Diese IWP mit der Bezeichnung "Einführung von Fernschreiben im beweglichen Seefunkdienst" soll ihre Arbeiten bis zur CCIR-Zwischentagung 1983 beenden.

Die Forderungen für das künftige globale Not- und Sicherheitssystem (FGMDSS) sind sowohl von der IMCO (Zwischenstaatliche Beratende Seeschiffahrtsorganisation) auf der XXIII. Tagung des Unterausschusses für Funkverbindungen "COM" den Mitgliedsländern zur Kenntnis gebracht als auch im CCIR diskutiert worden. Die IMCO hat sich mit dem FGMDSS das Ziel gesetzt, die in den letzten Jahren erreichten technischen Fortschritte und die dadurch gebotenen Möglichkeiten auszunutzen, um das derzeitig bestehende und sehr differenziert gestaltete

Not- und Sicherheitssystem der Seeschiffahrt zu verbessern und damit die Sicherheit für das menschliche Leben auf See zu erhöhen. Das soll auf dem Weg des allmählichen Überganges zu automatisch betriebenen terrestrischen und Satelliten-Not- und Sicherheitsfunkverbindungen geschehen, die auf dem digitalen Selektivruf, Sprechfunk, Schmalband-Funkfernschreiben und Satelliten-Techniken beruhen.

Bezüglich der Einführung eines solchen neuen Systems ist man aber einheitlich der Auffassung, daß dazu noch viele Fragen zu lösen sind.

Die Empfehlung 439-2 "Funkbojen zur Kennzeichnung der Notposition für die Frequenz 2182 (EPIRB's)" wurde vollständig überarbeitet ebenso wie die Empfehlung 541 "Betriebsverfahren für die Anwendung von Geräten für den digitalen Selektivruf im beweglichen Seefunkdienst".

Auf der Grundlage der Entscheidung 48 wurde einem Vorschlag der IMCO folgend, der die Einbeziehung des digitalen Selektivrufs als eine der wichtigsten Aufgaben im FGMDSS bezeichnet, die IWP 8/10 gegründet. Diese IWP soll auch die Versuche, die mit digitalen Selektivrufsystemen durchgeführt werden, koordinieren.

Die in den vergangenen Jahren erfolgte Entwicklung auf dem Gebiet der beweglichen Landfunkdienste spiegelt sich in breitem Maße auch in den Dokumenten wider.

Der Bericht AH/8 "Digitale Übertragung im beweglichen Landfunkdienst" ist wesentlich überarbeitet worden und enthält neben den bereits vorhandenen und ebenfalls erweiterten Abschnitten zu digitalen Modulationsverfahren (A), zur Datenübertragung über analoge Sprechkanäle (B) und zur Datenübertragung für Signalisierung und Überwachung im ÖbL (C) nun noch Kapitel zu Fehlerraten bei digitaler Übertragung (D) und zum Datenformat für die Übertragung (E).

#### Studienkommission 9

Schwerpunkte für die Arbeit der SK 9, die sich mit allen Fragen des Richtfunks befaßt, waren die gemeinsame Nutzung der Frequenzbereiche mit anderen Diensten und die Charakteristiken der digitalen Richtfunksysteme sowie der gemeinsame Betrieb analoger und digitaler Systeme.

Im Ergebnis der Arbeit der SK 9 wurden 6 Ergänzungen zu Empfehlungen und 3 neue Empfehlungen erarbeitet.

Weiterhin wurden 22 Berichte ergänzt und 12 neue Berichte verfaßt, 11 sonstige Dokumente verabschiedet.

Mit Schutzbedingungen für den Richtfunk gegenüber Rundfunksatellitendiensten (12,2 ... 12,7 GHz) in Region 2 befaßte sich eine Zeitweilige Arbeitsgruppe IWP 9/3.

Sie beendete ihre Arbeit während der Abschlußtagung und legte einen Abschlußbericht vor. Die SK 9 bestätigte diesen Bericht. Er ist ein gutes Material für die Vorbereitung der 12-GHz-Rundfunksatellitenkonferenz 1983.

Ausgehend von einem Vorschlag der SK 5 wurde beschlossen, eine neue IWP zur Überarbeitung des Berichtes 784 "Ausbreitungsbedingungen für Richtfunk" zu bilden.

Dabei muß eine enge Zusammenarbeit mit der SK5 erfolgen, da sowohl Ausbreitungseffekte sowie Systemparameter zu berücksichtigen sind. Der neue Entwurf des Berichtes soll auf dem Schriftweg abgestimmt, das Ergebnis der Zwischentagung 1983 vorgelegt werden.

Ein Schwerpunkt der Arbeitsgruppe "Anforderungen an Richtfunksysteme" war die Diskussion von 10 Dokumenten, die Qualitätsfragen bei digitalen Richtfunksystemen betrafen und ihren Niederschlag in einer neuen Empfehlung AA/9 (Mod F) zur Bit-Fehlerrate für Richtfunktelefoniesysteme und einem neuen Bericht fanden.

Weiterhin wurde der Entwurf für eine neue Empfehlung SB/9 über Geräusche in Mehrkanal-FM-Richtfunkverbindungen mit Transhorizontausbreitung für Entfernungen unter 2500 km verabschiedet. Ein Bericht über den Schutz von Richtfunkstationen gegen Blitzeinwirkungen wird der Studiengruppe V des CCITT übersandt, damit er dem Handbuch "Schutz von Fernmeldelinien und Geräten gegen Blitzeinwirkungen" beigefügt werden kann.

Hauptthemen der Arbeitsgruppe "Funkfrequenzraster und Frequenznutzung" waren

- Frequenzkanäle für analoge und digitale Richtfunksysteme
- Kanalraster für hochkanalige digitale Richtfunksysteme
- Eigenschaften von digitalen Richtfunksystemen

Zum letztgenannten Problemkreis wurde Bericht 378-3 überarbeitet. Er berücksichtigt die Eingangsdokumente mehrerer Länder zu solchen Problemen wie:

automatische Regelung der Sendeleitung, Kodierungs- und Modulationstechniken, Frequenz-Kanalfragen und Spektrumsnutzung.

Bei der Diskussion von Richtfunksystemen für spezielle Anwendungsgebiete konzentrierte sich das Interesse auf Richtfunkverbindungen in ländlichen Gebieten sowie auf Probleme der Systeme mit Punkt-zu-Mehrfachpunkt-Verbindungen.

Hinsichtlich der *gemeinsamen Nutzung von Frequenzbereichen mit anderen Diensten* ist ein neuer Bericht SA/9 über den Schutz der Richtfunkstrecken gegen Störungen vom Satellitenrundfunk im Bereich 1427 ... 1530 MHz besonders zu erwähnen.

# Studienkommission 10

Die Studienkommission 10 ist das Beratungsgremium für alle Probleme des Hörrundfunks und umfaßt damit sowohl die Hörrundfunkversorgung als auch die Eigenschaften von Hörrundfunksystemen im NF-Bereich, soweit diese für den internationalen Programmaustausch von Bedeutung sind.

Die Aufgaben der terrestrischen Frequenzplanung ergaben sich aus den Festlegungen der WARC 1979 und konzentrierten sich auf die Arbeiten der Zeitweiligen Arbeitsgruppen IWP 10/4 (UKW-Planung 87,5 bis 108 MHz) und IWP 10/5 (Planung des KW-Rundfunks).

Der Bericht der IWP 10/4 wurde in der Arbeitsgruppe FM-Hörrundfunk beraten und von der SK 10 bestätigt.

Die Artikel 1...3 dieses Berichtes (Definitionen, Standards, Ausbreitung) sind eine Zusammenfassung bestehender Empfehlungen oder Berichte des CCIR, soweit sie für die UKW-Frequenzplanung im Bereich 87,5 ... 108 MHz von Bedeutung sind.

Der Artikel 4 (Planung) bildete den Schwerpunkt der Ausarbeitung. Der ursprüngliche Bericht mit Aussagen über Sende- und Empfangsantennen und deren Einfluß mit bzw. ohne Richtcharakteristik auf die Frequenzplanung wurde um Festlegungen bzw. Hinweise über Berechnungsmethoden, Netzwerkplanungen, einschränkende Bedingungen für die Planung sowie Werte der maximalen Leistung ergänzt.

Enthalten sind darin auch ein Kanalraster für 26 Kanäle, die mit diesem Raster mögliche Aufteilung des Bereichs 100 ... 108 MHz für drei Programme und die technische Aussage, daß im Bereich 100 ... 108 MHz drei Programme möglich sind.

Der Artikel 5 (Gemeinsame Nutzung der Bänder durch UKW- und Fernsehsender) enthält technische Werte zur Berücksichtigung des Schutzes von Fernsehsendern in den OIRT-Ländern.

Der Artikel 6 (Gemeinsame Nutzung der Bänder mit anderen Diensten) enthält Schutzbedingungen gegenüber Diensten, die im gleichen Frequenzbereich bzw. in Nachbarbereichen arbeiten.

Die Arbeitsgruppe "FM-Hörrundfunk" war Hauptforum der Diskussion über die Einführung eines zweiten Tonkanals im Fernsehen. Japan und die BRD hatten Empfehlungsentwürfe zu den in diesen Ländern angewendeten Verfahren unterbreitet. Weder diese beiden Vorschläge noch ein Kompromiß, der beide Verfahren nebeneinander gestellt enthielt, fanden Zustimmung. Zu geringe Kapazität der Systeme, geringe Ausbaufähigkeit und die künftig weit größeren Möglichkeiten der Digitaltechnik waren die wichtigsten Gegenargumente.

Es wurde von dieser Arbeitsgruppe ferner die Empfehlung 450 über Stereo-Rundfunk redaktionell überarbeitet. Der Titel lautet jetzt "Übertragungsstandards für FM-Rundfunk im UKW-Bereich". Aufgenommen wurden nunmehr auch die Grundbedingungen für Monoübertragung, d. h., der Maximalfrequenzhub, insbesondere aber ausführliche Ausgaben zum Stereo-Multiplexsignal und zu zusätzlichen Signalen (Monofone Programme oder Informationssignale), die bisher in anderen Dokumenten enthalten waren.

Der Bericht 300-4 wurde dementsprechend aktualisiert. Der Titel blieb unverändert "Stereo-Rundfunk". In Abschnitt 4 wird über die vorteilhafte Anwendung von Kompandern bei HF-Stereofonie berichtet, wodurch neben einer Störabstandsverbesserung (praktikabel sind bis etwa 10 dB) auch eine Verbesserung der Schutzabstandsverhältnisse erreicht werden kann.

Ein Empfehlungsvorschlag wurde damit nicht verbunden.

Von der Arbeitsgruppe "AM-Hörrundfunk" ist hervorzuheben, daß der bisherige Bericht 400-3 "Versorgungsbereich AM-Rundfunk" nunmehr in einen Empfehlungsentwurf AB/10 überführt wurde.

Mit einer neuen Empfehlung AC/10 wird die Notwendigkeit eines einheitlichen Kanalabstandes beim KW-Rundfunk unterstrichen.

Die IWP 10/5, die zur Vorbereitung einer Weltfunkverwaltungskonferenz für die Planung des KW-Rundfunks ebenfalls auf der Zwischentagung der Studienkommission 10 im Oktober 1980 gebildet worden war, nutzte die Tagung dazu, einen ersten Bericht zu erarbeiten.

Dieser Bericht besteht aus drei Kapiteln und drei Anhängen. Im ersten Kapitel werden die Charakteristiken von KW-Rundfunksystemen dargelegt, während sich Kapitel 2 mit den notwendigen Daten für den KW-Rundfunk beschäftigt.

Darüber hinaus werden im Kapitel 3 des Berichtes weitere Probleme aufgeführt, die bis zur 1. Session der KW-Rundfunkplanung zu bearbeiten sind.

Der Bericht schlägt eine Änderung der Kanalteilung von 5 kHz auf 9 oder 10 kHz wie bei Mittelwelle vor.

Es wird dargelegt, daß für eine Entfernung von 3000 km in der Nacht eine Leistung von 250 kW mit einer Antenne mit dem Richtgewinn von 15 dB erforderlich ist.

Diese Leistung muß am Tage um 11 dB erhöht werden, um die gleiche Versorgung sicherzustellen.

Für Entfernungen über 6000 km werden am Tage Leistungen zwischen 200 kW und 10000 kW erforderlich, die jedoch praktisch nicht realisierbar sind.

Die Arbeitsgruppe "NF-Eigenschaften von Hörfunksystemen" überarbeitete vor allem die Empfehlung 468-2 "Messung des NF-Geräuschspannungspegels".

Die DDR hatte mit Doc. 10/225 einen Vorschlag zur weiteren Präzisierung der Empfehlung vorgelegt. Der Grundgedanke darin, die Empfehlung eindeutiger als bisher auf bewertete Quasispitzenwertmessung zu beschränken und gegenüber anderen möglichen Meßmethoden abzugrenzen, wurde aufgegriffen. Im Ergebnis der Neufassung wird die Effektivwertmessung nur noch in einer Anmerkung erwähnt, worin auf die Nichtvergleichbarkeit der Meßergebnisse hingewiesen wird.

Die zur Zwischentagung erarbeitete Tabelle I mit sehr geringen Toleranzen für das Bewertungsfilter wurde fallengelassen und statt dessen wieder das bereits 1978 empfohlene Toleranzschema zugrundegelegt. Es hatte sich gezeigt, daß die Realisierung der engen Toleranzen bei 400 ... 1000 Hz zu aufwendig und zu schwierig wird und diese bei der gewählten Meßmethode nicht zu rechtfertigen sind. Die Tatsache, daß die verschiedenen Gremien, wie 10-11 R (Aufzeichnung) 10-C, CMTT-C3, die entstandene Neufassung der Empfehlung einhellig unterstützten, unterstreicht, daß die bewertete Spitzenspannungsmessung sich inzwischen weltweit durchgesetzt hat.

Auf Initiative dieser Arbeitsgruppe war zur Zwischentagung 1980 eine *IWP 10/6* gebildet worden, die den Auftrag hatte, den Bericht 293-4 "Parameter und Toleranzgrenzen der technischen Qualität von Programmen für den internationalen Austausch" in eine Empfehlung zu überführen und dabei auch gleichzeitig die derzeitige Verwirrung der Vielfalt mißdeutbarer Pegelangaben (Testpegel, Einregelungspegel, Maximalpegel usw.) zu beheben. Die IWP 10/6 konnte jedoch erst in Genf einen gezielten Fragebogen für die Hauptprobleme entwerfen, die beim Programmaustausch von Bedeutung sind, dazu einen Terminplan für die weitere Bearbeitung.

Wesentliches Ergebnis auf dem Gebiet der Digitaltechnik (Ton) ist ein neuer Bericht AK/10 "Sampling-Frequenz für digitale Tonsignale in Rundfunkstudios". Nach eingehender Diskussion der praktischen, theoretischen und ökonomischen Aspekte für eine gemeinsame Sampling-Frequenz für die verschiedenen Anwendungsfälle in Rundfunkstudios, wurde als Anhang im Bericht ein Vorschlag für einen Empfehlungsentwurf unterbreitet, der in der folgenden Studioperiode geprüft werden soll. Er sieht vor, eine Sampling-Frequenz mit dem Nominalwert von 48 kHz für die digitale Codierung von Tonsignalen im Studio (einschließlich der Aufzeichnung sowie für die Fernsehstudiotechnik) festzulegen.

Ein Vorschlag der EBU, für 15-kHz-Kanäle über Satelliten eine Abtastfrequenz von 32 kHz zu empfehlen, wurde zwar von der NF-Arbeitsgruppe begrüßt, stieß aber auf Widerstand in der Gemeinsamen Arbeitsgruppe 10-11 S. Er findet sich nun im Bericht AF/10-11.

In einem neuen Bericht AA/10 wurden Studien für ein Standard-Digital-Interface für Rundfunkstudios und Meßmethoden für Verzerrungen durch Bitfehler zusammengefaßt.

Der Bericht 797 "Bestimmung der akustischen Eigenschaften von Kontrollräumen und hochqualitativen Abhörräumen im Rundfunk" wurde umgestaltet.

Es mußte festgestellt werden, daß für Regieräume aufgrund zu stark divergierender Auffassungen über das erforderliche Volumen (von 30 bis 150 m³!) und der nach allgemeiner Ansicht nicht beherrschbaren akustischen Probleme durch technische Einbauten keine Empfehlung realisiert werden kann.

Als Zielstellung wurde gesetzt, zumindest einen einheitlichen Bezugs-Abhörraum für jede Verwaltung anzustreben, damit eine Kontrolle des Programmaustausches unter gleichen akustischen Bedingungen gewährleistet werden kann.

Die Gemeinsame Arbeitsgruppe 10-11 R "*Programmaufzeichnung*" aktualisierte eine große Anzahl gültiger Dokumente aus terminologischen Gründen

Ein neuer Bericht AE/10 befaßt sich mit der digitalen Aufzeichnung von NF-Signalen und informiert zunächst über Erfahrungen Japans und einige Grundparameter.

#### Studienkommission 11

Die Studienkommission 11 befaßt sich mit den Problemen des Fernsehrundfunks

Schwerpunkte ihrer Beratungen waren die Diskussionen um Normen für digitale Fernsehsignale in Studios, um Empfehlungen für ein Videografieverfahren, um einheitliche Schutzabstände für die Planung von Fernsehdiensten und die Probleme der Bildgüte, ihre Ermittlung und Bewertung.

Eine der Arbeitsgruppen befaßte sich mit Eigenschaften von Schwarzweiß- und Farbfernsehverfahren, dem Austausch von Fernsehprogrammen, Bildgüte und Videomeßtechnik.

Zur "Automatischen Qualitätskontrolle des Fernsehbetriebes" erscheint Bericht 628-1 in neuer Fassung.

Er wurde in Abschnitt 1.4. um Aussagen zu den Beziehungen zwischen nationaler und internationaler Prüfzeile ergänzt.

Der Bericht 405-3 "Subjektive Einschätzung der Qualität von Fernsehbildern" widerspiegelt nach seiner Überarbeitung umfassend die methodischen Fortschritte.

Die dazu gehörende Empfehlung 300-1 wurde dagegen nur redaktionell geändert, um die Möglichkeit von Mißverständnissen zu verringern.

Der Bericht AC/11 "Experimentelle Ergebnisse zur Beziehung zwischen Bildgüte und objektiven Störgrößen" erfuhr inhaltlich eine wesentliche Ergänzung durch den Beitrag der DDR zu dieser Thematik, der mit großem Interesse aufgenommen wurde. Eine komplette Überarbeitung machte sich erforderlich.

Ausgehend von experimentellen Ergebnissen versuchte die Zeitweilige Arbeitsgruppe IWP 11/4 gesetzmäßige Zusammenhänge allgemeingültig zu formulieren. Die bisher erreichten Ergebnisse wurden in einem neuen Bericht AR/11 niedergelegt.

Eine weitere Arbeitsgruppe beriet über zusätzliche Dienste, die den Fernsehkanal nutzen.

Obwohl es hinsichtlich der Grundprinzipien der Teletextdienste eine weitgehende Übereinstimmung der Auffassungen gibt, kam auf der Abschlußtagung dennoch kein Empfehlungsentwurf zustande. Es blieb somit bei der ausführlichen Darlegung aller interessierenden Probleme in den drei Basisberichten.

Bericht AD/11 enthält detaillierte Informationen zu den einzelnen Teletext-Verfahren. Eine dreisprachige Wortliste zur neuen Terminilogie dieses Gebietes ist beigefügt.

Bericht AE/11 faßt Informationen über Übertragungseigenschaften und Qualität als Ergebnis theoretischer Studien und praktischer Untersuchungen zusammen.

Bericht 302 klassifiziert alle bekannten zusätzlichen Rundfunkdienste, die einen Fernsehkanal oder schmalbandige Übertragungswege nutzen und versucht, sie knapp zu beschreiben.

In der Diskussion um einen Sammelbegriff für Teletextverfahren äußerte die SK 11 zustimmend zum Begriff "Videografie" der weiter präzisiert wird, je nachdem ob das Signal über Rundfunk übertragen wird (Rundfunkvideografie) oder über das Fernsprechnetz (interaktive Videografie).

Mit Fragen der Versorgungsplanung für Fernsehrundfunk, Antennen und Empfängern befaßte sich die Arbeitsgruppe 11 C.

Im Mittelpunkt stand die Diskussion um Schutzabstände für Farbfernsehverfahren. Die zur Ausarbeitung einer Empfehlung auf der Zwischentagung gebildete Zeitweilige Arbeitsgruppe IWP 11/5 kam erstmalig

während dieser Tagung zusammen und arbeitete kontinuierlich wie eine Untergruppe.

Es zeigte sich, daß für den Fall der Gleichkanalstörung alle Voraussetzungen für eine Empfehlung gegeben sind, da sich die Standpunkte weitestgehend angenähert haben. Dagegen lagen bezüglich der Störung sich überlappender Kanäle noch nicht genug Meßergebnisse vor, so daß noch unterschiedliche Auffassungen bestehen blieben. Die Ausarbeitung einer Empfehlung wurde deshalb auf die nächste Studienperiode verschoben und lediglich der Bericht 306-3 auf den aktuellen Stand gebracht.

In einem neuen Bericht AI/11 wurden alle bisherigen Informationen über terrestrischen Fernsehrundfunk im Band VI (12-GHz-Bereich) zusammengefaßt.

Wichtigstes Ergebnis auf dem Gebiet des *Digitalfernsehens* (Arbeitsgruppe 11 D) ist die Erarbeitung eines neuen Empfehlungsentwurfs AA/11 für die Kodierung in Studios. Empfohlen wird die Kodierung einzelner Komponenten eines Fernsehsignals, wobei Luminanzkanal und zwei Farbdifferenzsignale zu bevorzugen sind. Es ist vorgeschlagen, ein erweiterbares System von Qualitätsstufen zu wählen, damit der Übergang von einem Niveau zum anderen möglichst einfach ist. In der vorgesehenen Familie sollen sich für "Studioqualität" die Abtastfrequenzen wie 4:2:2 verhalten, bei konkreten Werten von 13,5 MHz bzw. 2mal 6,75 MHz. Die Frequenz 13,5 MHz stellt einen Kompromiß dar, bei dem zufriedenstellende Qualität erreichbar ist und gute Transformationen sowohl aus Verfahren mit 525 wie auch mit 625 Zeilen möglich sind. Für jeden Kanal soll lineare PCM mit 8 bit pro Abtastwert verwendet werden.

Notwendige Erläuterungen zur Empfehlung sowie Begriffsbestimmungen zum Digitalfernsehen sind in dem Bericht 629-1 aufgenommen worden. Dieser Bericht wurde ferner um neue Ergebnisse auf dem Gebiet der Bitratenreduzierung, der Fehlererkennung und -korrektur sowie der Meßverfahren ergänzt.

Aktualisiert wurde auch der Bericht AG/11, der sich mit Verfahrensfragen wie Abtastung, Filterung, Signalverarbeitung, Qualitätsbewertung usw. befaßt.

Die Gemeinsame Arbeitsgruppe 10-11 R für Fragen der Aufzeichnung von Hör- und Fernsehprogrammbeiträgen für den internationalen Programmaustausch erarbeitete u. a. einen neuen Bericht zur Anwendung des Steuerkodes bei Programmaufzeichnung (AH/11).

Es gab Bestrebungen, für den speziellen Fall des internationalen Fernsehprogrammaustausches mit 2 oder mehr Tonspuren auf separatem Tonträger eine entsprechende EBU-Empfehlung in eine CCIR-Empfehlung zu überführen. Sie wurde jedoch zunächst als Bericht AK/11 verabschiedet, um allen Interessenten die Möglichkeit der Prüfung einzuräumen.

Im Bericht 630-1 "Internationaler Austausch von Fernsehprogrammen auf Magnetband" wurden Informationen über Aufzeichnungen für "Elektronischen Journalismus" (ENG) neu aufgenommen, insbesondere um dem zunehmenden Einsatz von Videokassetten (U-Matic H-Format) Rechnung zu tragen.

# Gemeinsame Arbeitsgruppe 10-11

Die gemeinsame Arbeitsgruppe der Studienkommissionen 10 und 11 bearbeitete in zwei getrennten Gremien einmal die Aufgabenbereiche der Ton- und Bildaufzeichnung (10-11 R), deren Ergebnisse bereits bei den Studienkommissionen 10 bzw. 11 erfaßt sind, zum anderen Probleme der Rundfunksatellitendienste (10-11 S).

Die Arbeit im Gremium 10-11 S wurde stark geprägt durch die bevorstehenden RARC SAT-R2 und die technische Vorbereitung für die WARC ORB-85.

Ein Empfehlungsentwurf betreffs Testbedingungen und Meßverfahren für die subjektive und objektive Bestimmung der Schutzverhältnisse für Fernsehen im terrestrischen Fernsehrundfunk und in Rundfunksatellitendiensten soll der Vollversammlung vorgelegt werden.

Ein neuer Bericht AE/10-11 "Multiplexverfahren für die Aussendung von verschiedenen digitalen Tonsignalen und auch Datensignale im Rundfunk" enthält die vorläufigen Ergebnisse eines Vergleichs der Multiplexverfahren für die Ausstrahlung von verschiedenen Tonsignalen und mög-

lichen anderen Informationen mit oder ohne einem zugehörigen analogen

Fernsehsignal.

Der gleichfalls neue Bericht AF/10-11 "Digitale Codierung für die Abstrahlung von Tonsignalen hoher Qualität (15-kHz-Bandbreite) im Satellitenrundfunk" entstand nach Ablehnung eines Empfehlungsentwurfs mit gleicher Thematik, die damit begründet wurde, daß die Zeit für einen Empfehlungsentwurf noch nicht reif sei, da noch nicht genügend Erfahrungen vorlägen und es notwendig sei, in den nächsten Jahren noch weitere Untersuchungen durchzuführen.

Dabei wird von einer Abtastfrequenz von 32 kHz für eine Bandbreite

des Tonsignals von 15 kHz ausgegangen.

Der zum Thema "Technische Charakteristiken der Zubringerstrecken (Feeder links) zu Rundfunksatelliten" entstandene Bericht AB/10-11, enthält Elemente für die Planung der Frequenzzuweisungen und der orbitalen Positionen für Rundfunksatellitendienste und der zugehörigen Zubringerstrecken sowie Sharing-Probleme in den Bändern, die für Zuspielverbindungen genutzt werden sollen.

Weitere neue Berichte betreffen Sharing-Probleme zwischen den Intersatellitendiensten und dem Rundfunksatellitendienst im 23-GHz-Bereich (AC/10-11) und Satellitenhörrundfunkempfang mit tragbaren

Empfängern und Autoradios (AD/10-11).

Eine IWP 10-11/1 hatte vor der Abschlußtagung den Entwurf eines umfangreichen, wenn auch bezüglich einiger Aussagen noch nicht vollständigen Berichte über die Aufwärtsverbindungen zum Rundfunksatelliten erarbeitet.

Dieser Bericht enthält die technischen Anforderungen an die Aufwärtsverbindungen selbst, an die Erdefunkstelle und die Empfangsantenne von Rundfunksatelliten sowie die Methoden der Planung. Die bestehenden Sharing-Probleme zwischen den Aufwärtsverbindungen selbst, an die Erdefunkstelle und die Empfangsantenne von Rundfunksatelliten sowie die Methoden der Planung. Die bestehenden Sharing-Probleme zwischen den Aufwärtsverbindungen und anderen Diensten im 11-GHz-Band und 17-GHz-Band (außerhalb Europas auch im 14-GHz-Band) werden dargestellt und auf die Bedeutung digitaler Signale in der künftigen Entwicklung hingewiesen. Im Ergebnis der Beratungen der Arbeitsgruppe der IWP 10-11 S wurde festgestellt, daß Modifizierungen des Berichtes der IWP erforderlich sind.

Von der Gemeinsamen Arbeitsgruppe 10-11 wurde der Vorschlag für die Bildung einer neuen IWP gemacht, die sich mit der Ausarbeitung eines möglichst weltweiten einheitlichen Standards für die Unterbringung von mehreren Tonkanälen in einem Fernsehsignal beschäftigen soll, das sowohl über terrestrische als auch über Satellitensender aus-

gestrahlt werden kann.

# Studienkommission CMTT

Diese gemeinsame Studienkommission der Ausschüsse CCIR und CCITT berät die Probleme der Übertragung von Ton- und Fernseh-

signalen über große Entfernungen.

Die Beratungen dieser Studienkommission waren von den Problemen der Übertragung digitaler Ton- und Fernsehsignale beherrscht. Dies betraf die Struktur der Signale selbst, die Anforderungen an Technik und Übertragungsstrecken, aber natürlich auch die Meßtechnik.

Alle Probleme der Übertragung von Fernsehsignalen in digitaler Kodie-

rung wurden in der Arbeitsgruppe CMTT-AN beraten.

In einem Empfehlungsentwurf für rein digitale Übertragung (Ba/CMTT) wird davon ausgegangen, daß Fernsehsignale für unterschiedliche Qualitätsanforderungen zu übertragen sind (z. B. Programmverteilung oder Zuspiel für Programmproduktion).

Es wird empfohlen, daß für jedes Qualitätsniveau nur ein Übertragungsstandard zugelassen wird, der die Komponentenstruktur des digitalen Studiosignals beibehält aber eine Anpassung an gemessene Stufen der vom CCITT empfohlenen Hierarchie für digitale Übertragung schafft.

Darüber hinaus soll für 525- und 625-Zeilen-Signale möglichst eine einheitliche Multiplexstruktur angewendet werden.

Das wesentliche Element des Empfehlungsentwurfs für gemischt analogdigitale Übertragung (Empfehlung BB/CMTT) ist auch hier die Bindung an ein einheitliches Kodierungsprinzip, basierend auf Super-Nyquist-Kriterium und linearen Quantisierung mit 8 bit pro Wert bei der Abtastung. Zunächst dürfen keine redundanzmindernde Verfahren angewendet werden.

Bei der Überarbeitung des Hauptberichtes für digitale oder gemischte analog/digitale Übertragungen von Videosignalen (Bericht 646) wurden

wesentliche Aussagen eingefügt.

Ausgehend von der Überlegung, daß für die digitale Übertragung von Fernsehprogrammen, die nicht weiter in einen Produktionsprozeß einfließen sollen, eine Redundanzminderung vor der Einspeisung in hierarchisch organisierte digitale Netze (ISDN) ein ökonomisches Erfordernis ist (CMTT/267), wird weiter an Verfahren für einen auf 34,368 Mbit/s reduzierten Datenfluß gearbeitet.

Als notwendige Ergänzung zum oben genannten ist Bericht AF/CMTT über Übertragungsfehler bei Digitalfernsehen und ihre Verhinderung anzusehen. Hier wurden die Ergebnisse subjektiver Tests zur unterschiedlichen Auswirkung von Bitfehlern in den einzelnen Komponenten eines digitalen Fernsehsignals neu aufgenommen.

Auf dem Gebiet der Übertragung analoger Fernsehsignale wurde die Empfehlung 567, Übertragungseigenschaften von Fernsehübertragungs-

wegen in internationalen Verbindungen" präzisiert. Die Einschachtelung digitaler Systeme und die Verwendung von Sonderimpulsen, die für Satellitenstrecken eingeführt worden sind (linerate energy dispersal) werden von der Empfehlung ausgeschlossen.

In der Empfehlung 569 "Definition von Parametern für die vereinfachte Messung von Prüfzeilensignalen" wird die Amplitude des Leuchtdichtesignals (Anhang I) künftig für 525-Zeilen- und für 625-Zeilen-Verfahren einheitlich in %-Werten angegeben, allerdings mit unterschiedlichem Bezugswert (0,7 V bei 625 Zeilen, 0,714 V bei 525 Zeilen). Bisher waren stets zwei Werte erforderlich, da für 525 Zeilen nicht Spannungen, sondern ERE-Einheiten angegeben wurden.

Zur Messung des Signal-Rausch-Verhältnisses wurden bisher noch fehlende Angaben über zu verwendende Filter eingefügt.

Der Bericht 816 "Eigenschaften, Meßmethoden und Planungsgrößen bei internationalen Fernsehübertragungswegen" wurde ergänzt.

Alle Fragen, die mit der Übertragung von Tonsignalen in Zusammen-

hang stehen, behandelte die Arbeitsgruppe CMTT-C.

Eine angestrebte Empfehlung, für Übertragungswege hohe Qualität eine Sampling-Frequenz von 32 kHz zu verwenden, konnte noch nicht erreicht werden. Die noch immer erheblichen Probleme läßt der überarbeitete Bericht 647-1 "Digitale Übertragung von Tonprogrammsignalen erkennen.

In diesem Bericht wird auch der Einsatz von Regelverstärkern mit variabler Preemphasis für analoge und digitale Übertragungswege vor-

geschlagen" (Anhang III).

Ein neuer Bericht BD/CMTT befaßt sich mit Meßmethoden für Bit-Fehler-Verzerrungen bei digitaler Übertragung. Auf dem Gebiet der Übertragung analoger Tonsignale wurden die nach-

stehenden grundlegenden Empfehlungen aktualisiert:

Empfehlung 502-1 "Hypothetischer Bezugskreis"

- Empfehlung 503-1 "Übertragungsleitungen mit verringerter Bandbreite"
- Empfehlung 504-1 "10-kHz-Übertragungsleitungen"
- Empfehlung 505-1 "15-kHz-Übertragungsleitungen"

Der Bericht 821 "Abschätzung der Übertragungseigenschaften von Tonprogramm-Übertragungswegen kürzer oder länger als der hypothetische Bezugskreis" wurde überarbeitet und eine Empfehlung gleichen Titels für Planungs- und Instandhaltungszwecke vorgeschlagen.

Weitere Berichte wurden vorwiegend redaktionell neu bearbeitet.

#### Штейнке, Г.:

Вопросы правильного управления сигнала звуковой приграммы радиовещания и телевиления

Техн. Сообщ. РФЦ, Берлин 26 (1982) 1, стр. 1-9, 10 рис., 22 лит.

Настоящий уровень качества радиопередачи (УКВ) оценивается в общем высоко. Однако на качество постоянно влияет воздействие числа компромиссов, которые не полностью охватываются существующими национальными и международными стандартами.

По этой причине очень часто возникают помехи, как при излучении так и при обмене программами. Сообщаются предложения по улучшению этого положения, а также дается обзор работ МККР и ОИРТ по этой теме.

#### Steinke, G .:

The problems of correct regulation of sound program signals in BC and TV

Techn. Mitt. RFZ, Berlin 26 (1982) 1, p. 1-9, 10 fig., 22 bibl.

In general, the present quality level of broadcasting transmission (VHF) is considered to be of high standard. The quality, however, is permanently subject to the influence of a number of compromises which are not completely covered by the present national and international standards. As a consequence emission as well as program exchange are repeatedly subject to interference.

Suggestions for alleviating this situation are made and studies of the C.C.I.R. and O.I.R.T. on this subject are presented.

#### Штейнке, Г.:

#### Стереофонии 100 лет

Техн. Сообщ. РФЦ, Берлин 26 (1982) 1, стр. 10-13, 3 рис., 29 лит.

Статья об истории развития стереофонии отмечает в особенности работы АЛЕРА 1881 года.

Кроме того излагаются существенные этапы стереофонии, как стерео-техника записи на магнитной ленте, стерео-грампластинка и прежде всего радиовещательная стереофония, которая между тем была совершенствована стереофонией с применением искусственной головки.

В заключение рассматриваются возможность внедрения многоканальных методов в будущем.

#### Steinke, G.:

#### 100 years of stereophony

Techn. Mitt. RFZ, Berlin 26 (1982) 1, p. 10-13, 3 fig., 29 bibl.

The article on the history of stereophony appreciates especially the merits of the developmental works by Ader from the year 1881.

Furthermore, the main stages of stereophony are summarized such as the stereophonic magnetic tape technique, the stereophonic disk and above all the broadcasting stereophony, which meanwhile has further been completed by the artificial head technique.

In conclusion, the prospects of introducing future multi-channel procedures are considered.

#### Кюхлер, Б.:

Определение эквивалентного прямоугольника при оценке обрушения грунта фундаментов поверхности

Техн. Сообщ. РФЦ, Берлин 26 (1982) 1, стр. 13-14, 2 рис., 6 лит.

Эта статья показывает рациональную возможность вычисления несущей способности фундаментов поверхности с любой горизонтальной проскцией поверхности. Сообщается алгорифм решения для преобразования внецентренно нагруженной площади круга в эквивалентный прямоугольник. При помощи этого обеспечивается непрерывный процесс вычисления, а также при непрямоугольных фундаментах площади.

# Küchler, B.:

Determination of the equivalent rectangle in the case of breaches of footings

Techn. Mitt. RFZ, Berlin 26 (1982) 1, p. 13-14, 2 fig., 6 bibl.

The present article gives a rational possibility for calculating the carrying power of footings having an arbitrary ground plan. An algorithm is stated designated to convert an excentrically loaded circular surface into an equivalent rectangle. Therewith, a continuous computing process with no interruptions, also in the case of non-rectangular footings, is ensured.

# Поль, Р.:

УКВ ретрансляционный приемник НЕ 7500

Техн. сообщ. РФЦ, Берлин 26 (1982) 1, стр. 15-18, 3 рис.

УКВ ретрансляционный приемник НЕ 7500 служит для приема моно-или радиовещательных передач в УКВ диапазоне. Он служит для подачи модуляции или для предоставления резерва модуляции для радиовещательных передатчиков, а также может быть использован для решения задач, связанных с измерением и наблюдением.

Прибор построен по системе Е GS и имеет синтезатор-осциллятор. Излагается конструкция устройств и концепция схемы.

Приведены основные технические данные.

#### Pohl, R.:

VHF relay receiver HE 7500

Techn. Mitt. RFZ, Berlin 26 (1982) 1, p. 15-18, 3 fig.

The VHF relay receiver HE 7500 is designed to receive monophonic or stereophonic sound broadcasting emissions in the VHF range. It is required as a modulation link or for the provision of a reserve modulation transmission line for sound broadcasting transmitters; it may also be used for measuring and supervisory purposes. The unit is designed according to the standardised construction unit system and comprises a synthesizer-oscillator.

The constructional concept of the unit is described and the circuitry explained. The essential technical data are stated.

DEUTSCHE POST RUNDFUNK- UND FERNSEHTECHNISCHES ZENTRALAMT

DDR 1199 BERLIN-ADLERSHOF AGASTRASSE

TELEFON 673-0 TELEX 112732 RFZFU DD